

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL
ECUADOR DE REDES INALÁMBRICAS (IEEE 802.11) SOBRE
REDES CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN (UMTS)
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA
UNLICENSED MOBILE ACCESS (UMA)**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

CARLOS PATRICIO CANDO TORRES

DIRECTOR: DR. LUÍS CORRALES

Quito, abril 2007

DECLARACIÓN

Yo, Carlos Patricio Cando Torres, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Carlos Patricio Cando Torres

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Patricio Cando Torres, bajo mi supervisión.

DR. Luís Corrales
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron para la culminación de este proyecto, por su ayuda incondicional y tiempo dedicado. A mis profesores, compañeros y amigos quienes me han apoyado en cada momento hasta lograr la meta trazada.

Además un agradecimiento especial al DR. Luís Corrales por su acertada guía en la conducción del presente Proyecto de Titulación.

Carlos Patricio Cando Torres

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que contribuyeron en cada paso de mi carrera y que en cada momento han sido un apoyo fundamental en cada uno de los pasos de mi vida. A mis padres que con su comprensión y ayuda incondicional siempre han sido mis pilares fundamentales. A mis hermanos, sobrinos, primos, tíos, abuelos y a Dios por que han sido siempre la verdadera fuente de mis fuerzas y representan en cada momento un apoyo para alcanzar cada una de las metas anheladas.

Carlos Patricio Cando Torres

RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación se refiere al Estudio de factibilidad para la implementación en el Ecuador de redes inalámbricas (IEEE 802.11) sobre redes celulares de tercera generación (UMTS) mediante la utilización de la tecnología Unlicensed Mobile Access (UMA), el cual muestra el estudio realizado a lo largo de varios meses enfocado básicamente a determinar su factibilidad de implementación en el Ecuador y que se resume de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se realiza un estudio del estado actual de las redes inalámbricas del estándar IEEE 802.11 y de las redes celulares en el Ecuador. Por un lado, se describe brevemente los estándares de red IEEE 802.11 a/b/g como es su operación, los servicios y los equipos de cómo estos son utilizados en el Ecuador, y por otro lado se menciona las tecnologías celulares, las bandas de frecuencias que éstas utilizan, los servicios de los operadores celulares y sus usuarios.

En el capítulo 2 se describe el funcionamiento de la tecnología UMA, mencionando su arquitectura, los protocolos, los procedimientos involucrados con UMA y los servicios que esta tecnología tiene la capacidad de realizar.

De esta información obtenida como base para la realización de este Proyecto, en los siguientes capítulos se realiza los respectivos estudios de factibilidad técnica, legal y de comparación de costos de equipos.

En el capítulo 3 se realiza el estudio de factibilidad técnico en el cual se encuentra como primera instancia la factibilidad de implementar UMTS a partir de las tecnologías actuales que operan en el Ecuador, mencionando cuales son los cambios a nivel de arquitectura que se debería realizar. Luego se realiza el estudio de implementar UMA a UMTS, mencionando en este caso los equipos se serían necesarios para la realización de esta implementación.

En el capítulo 4 se realiza el respectivo estudio de factibilidad legal apegado según el marco legal vigente. Con este objetivo, se estudia primero si es posible o

no implementar la tecnología UMTS y UMA en el espectro electromagnético con la finalidad de que estos no degraden ni interfieran a otros sistemas que operan legalmente en las bandas de frecuencias atribuidas en el cuadro de atribución de bandas de frecuencias. Luego se estudia otros aspectos legales que vienen involucrados con la interconexión y conexión entre estos dos sistemas.

En el capítulo 5 se realiza una parte de un estudio de factibilidad económico, en el cual se compara referencias de precios de la red de acceso UMA respecto a la red de acceso GSM mencionadas por los proveedores de estos equipos.

En el capítulo 6 se llega a las conclusiones y recomendaciones de acuerdo al criterio y conocimiento obtenido a lo largo de este estudio, esperando que las situaciones que han surgido en este Proyecto de Titulación sean tomadas en cuenta en futuras implementaciones prácticas.

PRESENTACIÓN

Los servicios inalámbricos están revolucionando tanto las relaciones personales como las profesionales en todo el mundo. A corto plazo se pronostica la creciente inversión en redes inalámbricas avanzadas a nivel masivo, el acceso inalámbrico satisface cada vez mas para el éxito empresarial, la movilidad social y la comodidad personal.

Si bien se prevé que la demanda de tercera generación (3G) lidere las aplicaciones empresariales para el mercado de negocios, las aplicaciones comerciales como video telefonía y juegos inalámbricos los acompañarán poco tiempo después. El acceso inalámbrico a e-mail, las redes virtuales corporativas, la mensajería multimedia, la realización de compras, el esparcimiento y los servicios al público transformarán aún más la velocidad y la naturaleza de las actividades de comunicaciones del mundo, incluso mientras continúe creciendo la demanda de servicios de voz.

De ahí que los requerimientos tecnológicos y económicos hacen que la tendencia de los servicios de telecomunicaciones sea hacia la convergencia de servicios independientemente de la tecnología, dentro de las cuales una de las predominantes se define con la tecnología Unlicensed Mobile Access (UMA), la cual permite acceder a través de una WLAN a los servicios que prestan las operadoras celulares.

Por tal motivo, el presente trabajo realiza un estudio para encontrar la factibilidad de implementar en el Ecuador la tecnología UMA sobre UMTS, para el cual se describe cada una de los procesos que se deben realizar a fin de dilucidar de qué forma y cercanía deberían trabajar juntas para satisfacer las necesidades del usuario, esperando que en el transcurso de este Proyecto de Titulación, se tenga un enfoque claro de la tecnología UMA y de su posible incidencia sobre las redes celulares UMTS en el Ecuador.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1 ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS Y DE LAS REDES CELULARES	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ESTADO ACTUAL DE LAS REDES INALÁMBRICAS WLAN (IEEE 802.11) EN EL ECUADOR.....	2
1.2.1 ASPECTOS GENERALES DE WLAN (IEEE 802.11).....	2
1.2.2 OPERACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS IEEE 802.11 a/b/g.....	4
1.2.2.1 Tecnologías inalámbricas WLAN (IEEE 802.11).....	5
1.2.2.2 Las redes IEEE 802.11a/b/g como sistemas que no Requieren Autorización.....	7
1.2.2.3 Costo del Uso del Espectro Radioeléctrico.....	8
1.2.2.4 Servicios y aplicaciones de las redes WLAN (IEEE 802.11a/b/g).....	8
1.2.2.5 Equipos para WLAN (IEEE 802.11) en el Ecuador.....	9
1.3 ESTADO ACTUAL DE LAS REDES CELULARES EN EL ECUADOR.....	11
1.3.1 TECNOLOGÍAS DE LAS REDES CELULARES EN LAS OPERADORAS DEL ECUADOR.....	11
1.3.1.1 Conecel S.A. (PORTA).....	11
1.3.1.2 Otecel S.A. (Telefónica Móviles).....	11
1.3.1.3 Telecsa S.A. (Alegro PCS).....	12
1.3.2 BANDAS DE FRECUENCIAS PARA LAS OPERADORAS CELULARES EN EL ECUADOR SEGÚN EL PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS.....	12
1.3.2.1 Asignación de bandas en el Ecuador.....	13
1.3.2.1.1 Banda de los 800MHz.....	13
1.3.2.1.2 Banda de los 1850-1990MHz.....	14
1.3.3 SERVICIOS QUE PRESTAN LAS OPERADORAS CELULARES EN EL ECUADOR.....	16
1.3.3.1 Servicio Móvil Avanzado.....	17
1.3.3.2 Servicio de telefonía móvil celular (STMC).....	17
1.3.3.3 Servicios portadores.....	18
1.3.3.4 Servicios de valor agregado.....	19

1.3.4 USUARIOS DE LA TELEFONÍA MÓVIL CELULAR.....	19
---	----

CAPÍTULO II.....22

2 ESTUDIO DE LA TENOLOGÍA UMA.....22

2.1 INTRODUCCIÓN.....22

2.2 ASPECTOS GENERALES DE UMA.....23

2.2.1 ORIGEN DE UNLINCENCED MOVIL ACCESS (UMA).....23

2.2.2 FUNCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA UMA.....23

2.3 ARQUITECTURA DE LA RED UMA.....25

2.3.1 BLOQUES FUNCIONALES.....26

2.3.1.1 Estación Móvil (Mobile Station, MS).....26

2.3.1.1.1 *Recomendaciones de capacidad de la estación móvil en 802.11*.....27

2.3.1.2 Punto de Acceso (Access Point, AP).....28

2.3.1.2.1 *Recomendaciones de capacidad del Access Point en 802.11*...29

2.3.1.3 Controlador de red UMA (UMA Network Controller, UNC).....30

2.3.1.4 Red de Banda Ancha IP.....31

2.3.1.5 Elementos de la Core Network (MSC/VLR y SGSN/GGSN).....31

2.3.2 INTERFACES RELACIONADOS CON UMAN.....32

2.3.2.1 Interfaz A.....32

2.3.2.2 Interfaz Gb.....32

2.3.2.3 Interfaz Wm.....32

2.3.2.4 Interfaz Iu-CS.....33

2.3.2.5 Interfaz Iu-PS.....33

2.3.2.6 Interfaz Up.....33

2.4 IDENTIDADES EN UMA.....33

2.4.1 IDENTIDADES PARA ESTACIONES MÓVILES Y ACCESS POINTS.....34

2.4.2 IDENTIDAD DE CELDA PARA UMA.....34

2.5 PROTOCOLOS INVOLUCRADOS CON LA TECNOLOGÍA UMA.....35

2.5.1 PROTOCOLOS DEL ESTÁNDAR 3GPP.....36

2.5.1.1 Gestión de Movilidad (Mobility Managment, MM).....36

2.5.1.2 Control del Enlace Lógico (Logical Link Control, LLC).....36

2.5.1.3 Protocolos de Interfaces usadas de UTRAN a la Core Network.....36

2.5.2	<i>PROTOS COLOS DEL ESTÁNDAR DEL SISTEMA DE ACCESO DE RADIO SIN LICENCIA</i>	36
2.5.3	<i>PROTOS COLOS BASADOS EN EL ESTÁNDAR IP</i>	37
2.5.3.1	Protocolo de Internet (Internet Protocol, IP).....	37
2.5.3.2	Protocolo de Control de Transmisión (Transmission Control Protocol, TCP).....	37
2.5.3.3	IP Security extensions Encapsulating Security Payload (IPsec ESP)...	37
2.5.3.4	IKEv2 y EAP-AKA.....	37
2.5.3.5	Protocolo de datagrama de usuario (User Datagram Protocol, UDP)...	38
2.5.3.6	Protocolo de Tiempo Real (Real Time Protocol, RTP).....	38
2.5.4	<i>PROTOS COLOS ESPECÍFICOS DE UMA</i>	38
2.5.4.1	UMA-RR.....	38
2.5.4.2	UMA-RLC.....	38
2.6	<i>PROCEDIMIENTOS EN UMA</i>	39
2.6.1	<i>DESCUBRIMIENTO DE UMAN Y PROCESO DE REGISTRO</i>	39
2.6.1.1	De-Registración.....	42
2.6.1.2	Actualización de registro.....	43
2.6.1.3	Keep Alive.....	44
2.6.2	<i>MECANISMOS DE SEGURIDAD</i>	45
2.6.2.1	Mecanismo de Autenticación.....	46
2.6.2.2	Encriptación.....	48
2.6.3	<i>ROVE</i>	48
2.6.3.1	Rove-in.....	49
2.6.3.2	Rove-out.....	49
2.6.3.3	Rove UMA.....	49
2.6.4	<i>REALIZACIÓN DE UNA SESIÓN</i>	50
2.6.4.1	Sesión de conmutación de circuitos (Llamada originada por el móvil)..	50
2.6.4.2	Sesión de conmutación de paquetes (Tráfico de datos, SMS y señalización).....	53
	2.6.4.2.1 <i>Transporte de Datos</i>	53
	2.6.4.2.2 <i>Transporte de Señalización GPRS y mensajes SMS</i>	55
2.6.5	<i>HANDOVER</i>	56
2.6.5.1	Handover de UTRAN a UMAN.....	57

2.6.5.2 Handover de UMAN a UTRAN.....	59
2.7 SERVICIOS EN UMA.....	61
2.7.1 SERVICIO DE ACCESO MÓVIL A INTERNET E INTRANET MÓVILES.....	62
2.7.2 SERVICIOS BASADOS EN CONTENIDOS.....	62
2.7.3 SERVICIOS DE MENSAJES CORTOS (<i>Short Message Service, SMS</i>).....	63
2.7.4 SERVICIOS DE MENSAJES MULTIMEDIA (<i>Multimedia Messaging Service, MMS</i>).....	63
2.7.5 SERVICIOS BASADOS EN LA LOCALIZACIÓN.....	63
2.7.6 SERVICIOS DE VOZ RICOS Y SIMPLES.....	64
2.7.7 SERVICIOS SUPLEMENTARIOS.....	64
CAPÍTULO III.....	65
3 ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA CONEXIÓN DE REDES INALÁMBRICAS IEEE 802.11 SOBRE REDES CELULARES DE TERCERA GENERACION UMTS.....	65
3.1. INTRODUCCIÓN	
3.2 MIGRACIÓN A UMTS A PARTIR DE LOS ACTUALES SISTEMAS CELULARES EN EL ECUADOR.....	66
3.2.1MIGRACIÓN A UMTS A PARTIR DE LA PLATAFORMA AMERICANA.....	67
3.2.2 MIGRACIÓN A UMTS A PARTIR DE LA PLATAFORMA EUROPEA.....	68
3.2.2.1 Arquitectura de Red GSM.....	68
3.2.2.1.1 Sub Sistema de Estación Base (<i>Base Station Subsystem, BSS</i>)...69	
3.2.2.1.2 Sub Sistema de Red (<i>Network Sub System, NSS</i>).....	69
3.2.2.1.3 Sub Sistema de Operaciones (<i>Operations Sub-System, OSS</i>)...72	
3.2.2.1.4 Estación Móvil (<i>Mobile Station, MS</i>).....	72
3.2.2.1.5 Interfaces en GSM.....	73
3.2.2.2 Arquitectura de Red GPRS.....	75
3.2.2.2.1 <i>Serving GPRS Support Node (SGSN)</i>	76
3.2.2.2.2 <i>Gateway GPRS Support Node (GGSN)</i>	76
3.2.2.2.3 <i>Pasarela Frontera (Border Gateway, BG)</i>	77
3.2.2.3 Arquitectura de Red EDGE.....	77
3.2.2.4 Universal Mobile Telecommunications System (UMTS).....	79
3.2.2.4.1 <i>Arquitectura de red UMTS Release 1999</i>	81

3.2.3	<i>POSIBLES BANDAS DE FRECUENCIAS PARA UMTS</i>	86
3.3	FACTIBILIDAD TÉCNICA DE IMPLEMENTAR REDES WLAN (IEEE802.11) SOBRE REDES CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN UMTS MEDIANTE UMA.....	88
3.3.1	<i>PRODUCTOS UMA</i>	89
3.3.1.1	<i>Infraestructura UMA</i>	89
3.3.1.2	<i>Equipos UMA</i>	92
3.3.1.2.1	<i>Adaptador de Terminal (Terminal Adaptors)</i>	92
3.3.1.2.2	<i>Estaciones móviles</i>	92
3.3.1.2.3	<i>Software de usuario UMA</i>	93
CAPÍTULO IV		94
4	ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD LEGAL EN LA CONEXIÓN DE REDES INALÁMBRICAS IEEE 802.11 SOBRE REDES CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN UMTS	94
4.1	INTRODUCCIÓN.....	94
4.2	ASPECTOS GENERALES DEL MARCO REGULATORIO AL SERVICIO DE LAS TELECOMUNICACIONES.....	95
4.3	FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR UMTS Y UMA EN EL ECUADOR.....	97
4.3.1	<i>FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR UMTS</i>	97
4.3.2	<i>FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR UMA</i>	98
4.4	FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR WLAN (IEEE 802.11) SOBRE UMTS.....	99
4.4.1	<i>TECNOLOGÍA UMA IMPLEMENTADA SOBRE UNA RED PÚBLICA</i>	100
4.4.2	<i>TECNOLOGÍA UMA IMPLEMENTADA POR DISTINTOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES</i>	100
4.4.2.1	<i>Convenio de Interconexión</i>	101
4.4.2.2	<i>Convenio de Conexión</i>	101
4.4.2.2.1	<i>Tecnología UMA usada por los Prestadores de servicio de Reventa</i>	104
4.4.2.2.2	<i>Tecnología UMA usada por los Prestadores de servicios de valor agregado</i>	105

4.4.2.2.3 Tecnología UMA usada por redes privadas.....	106
CAPÍTULO V.....	108
5 ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE EQUIPOS UMA RESPECTO A LAS TECNOLOGÍAS CELULARES ACTUALES.....	108
5.1 COMPARACIÓN DE PRECIOS.....	108
5.1.1 VENTAJAS DE USAR UMA.....	109
5.1.1.1 Beneficios para el operador móvil.....	109
5.1.1.2 Beneficios para el usuario.....	110
5.1.2 DESVENTAJAS DE USAR UMA.....	111
CAPÍTULO VI.....	112
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
6.1 CONCLUSIONES.....	112
6.2 RECOMENDACIONES.....	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
ACRÓNIMOS.....	122

CAPÍTULO 1

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS Y DE LAS REDES CELULARES

1.1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las telecomunicaciones está avanzando aceleradamente en el mundo, debido a factores que están cambiando hoy su rol protagónico; protagonismo que está redundando que redundando en beneficio de la sociedad, pues es ella en última instancia la que se está aprovechando de los cambios que esas tecnologías introducen en el medio y cuya finalidad es ayudar a mejorar la calidad de vida de los usuarios.

En tal sentido, la economía mundial está asistiendo a un cambio trascendental marcado en gran medida por estas tecnologías, pero no solo en la economía sino en la sociedad en su conjunto y por lo tanto los gobiernos deben adaptarse a esta transformación.

Por este motivo y debido a las exigencias que demandan el mundo de hoy, surge la necesidad de estar a la expectativa de los desarrollos que ofrece la tecnología y extraer alternativas de uso en nuestro medio, con el objetivo de optimizar de mejor manera las tecnologías actuales.

Una de las alternativas es la que se presenta en este Proyecto buscando estudiar su posible implementación en el Ecuador. Por sus características, sin duda alguna influirá con su implementación, pues no solo permitirá realizar llamadas de voz sino también acceder a todos los servicios de la telefonía móvil celular como son: correo electrónico, Servicio de Mensajes Cortos (Short Messages Service, SMS), Servicio de Mensajes Multimedia (Multimedia Messaging Service, MMS) y, en tal virtud, cualquier servicio móvil que pueda sacar ventaja de la implementación de

las redes inalámbricas WLAN (IEEE 802.11) sobre redes celulares de tercera generación, 3G, del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunication System, UMTS), mediante el uso de la tecnología de Acceso Móvil Sin licencia (Unlicensed Mobil Access, UMA).

Sin embargo, para poder determinar que tan cierta puede ser esta interpretación, es importante preguntarse, ¿Existen estas tecnologías en nuestro país? ¿Si las hay, qué tan difundidas están en el Ecuador que posibiliten esta implementación? ¿Será factible esta implementación? Para averiguarlo, es necesario revisar el escenario actual en el Ecuador tanto de las redes inalámbricas WLAN (IEEE802.11) como de las redes celulares, y estudiar el funcionamiento de la tecnología UMA, buscando encontrar características particulares que demuestren o no la factibilidad de un estudio técnico, legal y de comparación de costos de equipos; tareas que este Proyecto realiza con la finalidad de encontrar la posibilidad de implementar en el Ecuador las redes inalámbricas WLAN (IEEE 802.11) sobre las redes UMTS, mediante el uso de la tecnología UMA.

Siendo así entonces, en el transcurso de este trabajo de investigación se examinarán estos antecedentes, para determinar la factibilidad de ésta interpretación.

1.2 ESTADO ACTUAL DE LAS REDES INALÁMBRICAS WLAN (IEEE 802.11) EN EL ECUADOR

1.2.1 ASPECTOS GENERALES DE WLAN (IEEE 802.11)

Las redes inalámbricas 802.11 son un grupo de especificaciones desarrolladas por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) para redes locales inalámbricas (Wireless Local Area Network, WLAN).

Son redes con muchas de las características y beneficios de las redes locales alambradas (Local Area Network, LAN) tradicionales, pero sin las limitaciones de

los cables, lo que a su vez posibilita transmitir información aprovechando la movilidad.

Esta característica se convierte en su principal ventaja para su utilización en muchas aplicaciones, en las cuales una red LAN no suele ser la adecuada, por factores técnicos o económicos. Por ejemplo: Si se desea realizar una extensión de red a un área remota y de difícil acceso, el costo de instalación de un nuevo cableado puede ser alto, y si además, las distancias son demasiado grandes como para usar cobre, obligando la utilización de fibra óptica, los costos de migración de la red serían aún mayores. En esta situación sería más adecuado técnica y económicamente usar una extensión de red con una WLAN.

Por tal motivo, las redes WLAN se han extendido rápidamente en muchas partes del mundo, y lo que ha conducido a su éxito es poder contar con un estándar. Uno de los estándares para WLAN es el estándar Americano IEEE 802.11. El estándar ha sido crucial para la innovación industrial y la aceptación de los productos 802.11, y gracias a esto, los clientes pueden disfrutar de la adquisición de dispositivos 802.11 con la seguridad de que exista interoperabilidad, y así la industria WLAN se beneficia del rápido crecimiento generado a partir de contar con un estándar abierto.

El estándar original de este protocolo data de 1997, fecha en que fue emitido como **IEEE 802.11**. Trabaja con velocidades de 1 hasta 2Mbps, y trabaja en la banda de frecuencia de 2,4GHz. Sigue siendo parte del estándar, pero en la actualidad ya no se implementa y no se fabrican productos bajo este estándar.

La siguiente modificación apareció en 1999 con la aparición de dos suplementos, el primero designado como **IEEE 802.11b**, que ofrece velocidades de 1, 2, 5 y 11Mbps, y también trabaja en la frecuencia de 2,4GHz. Se puede decir que la mayoría de redes WLAN actuales cumplen con esta versión del estándar, y son usadas en muchas aplicaciones.

El segundo suplemento, conocido como **IEEE 802.11a**, alcanza velocidades de hasta los 54Mbps trabajando sobre la banda de 5GHz, por lo que resulta incompatible con los productos del estándar IEEE 802.11b. Posteriormente se

incorporó un estándar a esa velocidad (54Mbps) y compatible con el estándar IEEE 802.11b (lo que implica que trabaja en los 2.4MHz) el cual recibe el nombre de **IEEE 802.11g**, consiguiéndose de este modo que en la actualidad la mayoría de productos operen con la especificación IEEE 802.11 b y IEEE 802.11 g.

Otros estándares de IEEE 802.11 tienen que ver con aspectos relacionados a la seguridad. La seguridad forma parte del estándar IEEE 802.11 desde el principio con la inclusión del Protocolo de Seguridad (Wired Equivalency Protocol, WEP) en el estándar original, el cual luego fue reforzado con el Acceso Wi-Fi protegido (Wi-Fi Protected Access, WPA) y este a su vez fue mejorado en la revisión IEEE802.11i. Todos estos mecanismos ofrecen seguridad a las redes WLAN del estándar IEEE802.11 brindando autenticación, confidencialidad e integridad en las comunicaciones. Existen también otros niveles de seguridad para las redes WLAN como son los mecanismos básicos de seguridad, los cuales simplemente definen un control básico de acceso a la red WLAN como son el filtrado SSDI, filtrado MAC y el filtrado a nivel de protocolos. Otros estándares de esta familia, como son IEEE802.11 c, IEEE802.11 d, IEEE 802.11 e, IEEE802.11f, IEEE 802.11 j, IEEE 802.11 n, representan mejoras de servicio y extensiones o correcciones a especificaciones anteriores ¹.

En resumen, todos estos estándares forman parte de la familia IEEE 802.11, y en el transcurso de este Proyecto, se tomará en cuenta específicamente a los estándares IEEE802.11 a/b/g pues éstos caracterizan a las redes WLAN como se detalla más adelante, y por este motivo, su estudio actual en el Ecuador también está relacionado con los mismos. En lo que concierne a los otros estándares, solo se limitará a mencionarlos pues no son el tema de estudio de este proyecto.

Pero ahora bien, cabe preguntarse ¿Cuál es la situación actual de las redes IEEE 802.11a/b/g en el Ecuador?

1.2.2 OPERACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS IEEE 802.11 a/b/g

Como es de conocimiento público, el planificar, regular, gestionar y controlar la prestación de los servicios de telecomunicaciones y la instalación, operación y explotación de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales,

¹ Página Web de la organización Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

imágenes, datos y sonidos por cualquier medio; y el uso del espectro radioeléctrico es de dominio del estado. El estado, mediante el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, menciona cuales son los sistemas de telecomunicaciones que pueden operar en el Ecuador y bajo que circunstancias, a través de la implementación de diferentes normas y principios.

Bajo este punto de vista, si bien es cierto la legislación ecuatoriana a través del CONATEL regula servicios y no de tecnología, también era necesario que la administración ecuatoriana se asegure que los sistemas de telecomunicaciones inalámbricos cumplan con las técnicas de reducción de interferencia y obedezcan las normas pertinentes, por ejemplo, vigilar los sistemas que emplean técnicas de modulación digital de banda ancha, como es el caso de los Sistemas de Acceso Inalámbrico (Wireless Access Systems, WAS ²), incluidas las redes radioeléctricas de área local (RLAN), a fin de evitar inconvenientes a otros sistemas.

Por tal motivo, el CONATEL ha expedido la “Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha” con el objeto de regular la instalación y operación de los sistemas de radiocomunicaciones que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, como es el caso de las redes inalámbricas WLAN (IEEE 802.11) ³, y de las cuales se menciona ciertos aspectos que se consideran a continuación.

1.2.2.1 Tecnologías inalámbricas WLAN (IEEE 802.11)

Las tecnologías que hacen uso del espectro electromagnético, según el CONATEL, son tecnologías que trabajan en las Bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de atribución de bandas de frecuencias, como es el caso de las redes WLAN (IEEE 802.11), tal como se especifica a partir de la “Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha” publicada en Quito el 13 de octubre del 2005, que aún está vigente.

² WAS: Término de sistemas de acceso inalámbrico que se aplica a todas las tecnologías de radiocomunicación de banda ancha y baja potencia, en la cual la forma de acceso en que los usuarios obtienen un servicio de telecomunicaciones es mediante enlaces ópticos o de radiofrecuencia

³ Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha. Artículo1. Capítulo 1

Según el Art.6 de esta norma, respecto a las Bandas de Frecuencias se menciona que, “se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de modulación digital de banda ancha en las bandas de frecuencias de 902 - 928MHz, 2400 - 2500MHz y 5725 - 5875MHz que están asignadas para aplicaciones industriales, científicas y medicas (ICM), de acuerdo al Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT emitido en la Nota 5.150. Además, se menciona también la operación en las bandas de 5150-5250MHz, y 5470-5725MHz, que aparecen como parte de la Resolución 229 emitido en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2003 (CMR-03). Estas frecuencias han sido asignadas para la operación de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las redes inalámbricas de área local (WLAN), como se indica en la Tabla1.1”.

BANDA (MHz)	ASIGNACIÓN
902 – 928	ICM
2400 – 2483.5	ICM
5150 – 5250	INI
5470 – 5725	INI
5725 – 5850	ICM, INI

Tabla 1.1: Bandas de Frecuencias para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha ⁴.

De acuerdo a esta norma, las tecnologías que pueden operar de acuerdo a estas bandas de frecuencia, también corresponden a la tecnología WLAN del estándar IEEE 802.11, cuyos rangos de frecuencia de operación son los 2.4GHz y 5GHz.

Específicamente, en la banda de frecuencia de 2400 – 2483.5MHz, reconocida como una banda ICM, operan las tecnologías IEEE 802.11b y IEEE 802.11g, y en las bandas de frecuencia de 5150 – 5250MHz y 5725 – 5850MHz, opera la tecnología IEEE 802.11a,

Como se observa, esta norma menciona la regulación y control, a los estándares que pueden causar interferencia, como son los estándares IEEE 802.11a, IEEE 802.11b y IEEE 802.11g, pero excluye a otros estándares de la IEEE 802.11

⁴ Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha. Artículo 6. Capítulo 3

como son: IEEE 802.11 c/d/e/f/h/i, para los cuales no existen ninguna restricción en su utilización y son implementados sin ningún problema para dar soporte en otros ambientes a las redes WLAN del estándar IEEE 802.11.

Ahora bien, al ser una tecnología que está regulada por el CONATEL, este organismo ratifica bajo que condiciones opera esta tecnología.

1.2.2.2 Las redes IEEE 802.11a/b/g como sistemas que no Requieren Autorización

Como es de conocimiento público, toda persona natural o jurídica que desee operar un sistema de radiocomunicación en el territorio Ecuatoriano debe suscribir un contrato de autorización para el uso de frecuencias, con la SNT mediante delegación del CONATEL, en concordancia con el Art.10 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Pero, las redes inalámbricas IEEE 802.11a/b/g, al ser un sistema de radiocomunicación, también debería acatar esta autorización; sin embargo, estas redes deben trabajar de acuerdo a lo que también manifiesta el Art. 23 del mismo reglamento, en donde se menciona que “los usuarios del espectro radioeléctrico que operen equipos de radiocomunicaciones con potencias menores a 100mW sin antenas directivas y que no correspondan a sistemas de última milla y los que operen al interior de locales, edificios y, en general, áreas privadas con potencias menores a 300mW sin antenas exteriores, en cualquier tecnología, no requieren autorización del CONATEL”. Estas limitaciones son para evitar interferencia con otros sistemas que operan en el mismo rango de frecuencias que las redes IEEE802.11 (como hornos microondas y otros equipos que utilicen la misma banda).

Desde este punto de vista, las redes inalámbricas IEEE 802.11a/b/g al poder operar con potencias menores a las establecidas en el artículo 23, no requieren de un contrato de autorización para su operación. Sin embargo, estas redes también pueden operar con potencias superiores a estas (teóricamente hasta 1000mW), por lo que para el caso específico de IEEE 802.11, con tecnología UMA, se analiza su posibilidad de operación más adelante.

Ahora bien, para su operación, esta tecnología debe pagar un costo al estado, como se menciona a continuación.

1.2.2.3 Costo del Uso del Espectro Radioeléctrico

El costo que las redes WLAN (IEEE 802.11) deben pagar al estado ecuatoriano para su utilización y operación es el costo del uso del espectro radioeléctrico, pues según se indica en el Art.38, del “Reglamento de Derechos de Concesión y tarifas por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico”, el uso del espectro radioeléctrico se cobra por “derecho de concesión de frecuencias y tarifas por su utilización en sistemas de radiocomunicaciones”.

Pero, considerando que las redes inalámbricas IEEE 802.11a/b/g, no necesitan autorización para su operación, solo pagarán tarifas por el uso de frecuencias, las mismas que se especifican de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias. Siendo así, por su aplicación específica no se estudian en este Proyecto.

En resumen, hasta aquí se ha estudiado las tecnologías de las redes inalámbricas WLAN (IEEE 802.11) que se pueden usar en el Ecuador y bajo que circunstancias estas puedan operar. A continuación se describe las formas de explotación de estas redes; es decir, específicamente los servicios y las aplicaciones que sobre estas redes se pueden proporcionar.

1.2.2.4 Servicios y aplicaciones de las redes WLAN (IEEE 802.11a/b/g)

Los servicios y las aplicaciones son dos aspectos que se relacionan entre si. Los **Servicios** son un conjunto de funciones específicas que son usadas por el usuario para su utilidad o provecho. De manera general, se pueden clasificar a los servicios que se dan a través de las redes IEEE 802.11 en: Servicios de Voz (Voz sobre IP identificada por las siglas “VoIP”), datos, video y multimedios. De estos servicios, se debe considerar que las redes inalámbricas IEEE 802.11 inicialmente fueron concebidos únicamente para soportar servicios de transmisión de datos, pero con su popularidad surgieron los servicios en tiempo real como el servicio de voz (VoIP), video y multimedios.

Por otro lado, en el ámbito de las redes IEEE 802.11, las **aplicaciones** son implementadas por el proveedor de servicio y corren sobre la red inalámbrica, tales como: Acceso a Internet, correo electrónico, consulta a bases de datos y transferencia de archivos.

Ahora bien, tanto los servicios como las aplicaciones requieren ser diferenciadas para determinar la aplicación de normas de regulación y control vigentes dentro del territorio ecuatoriano. Y en lo que a este Proyecto se refiere, los servicios y aplicaciones están relacionados con la Internet, pues la tecnología UMA trabaja exclusivamente con esta red, y por lo mismo se debe atener a las circunstancias previstas por la regulación Ecuatoriana, como se verá en el estudio de factibilidad legal de este Proyecto.

1.2.2.5 Equipos para WLAN (IEEE 802.11) en el Ecuador

Como es de conocimiento público, para la comercialización y operación en el país de toda clase, marca y modelo de un determinado equipo de telecomunicaciones, se requiere que este sea homologado (verificado técnicamente para determinar si es adecuado para ser operado en una red de telecomunicaciones específica) y normalizado, con la finalidad de no impedir o interrumpir el servicio, degradar su calidad o causar daño a otros sistemas de telecomunicaciones, de lo contrario no se permitirá su uso ⁵.

Esta Homologación comprende a los equipos de telecomunicaciones que hacen uso del espectro radioeléctrico y que correspondan a sistemas de radiocomunicación, incluyendo también de esta manera a los equipos que se usen para la operación de redes inalámbricas IEEE 802.11 ⁶.

⁵ Reglamento para homologación de equipos de telecomunicaciones, Artículo 1 y Artículo 10

⁶ Reglamento para homologación de equipos de telecomunicaciones, Artículo 2

De estos equipos, la SUPTEL publica y actualiza semanalmente en su página Web, las clases, marcas y modelos de los equipos homologados ⁷, siendo los equipos terminales los que tienen más número de homologaciones, entre ellas: CISCO, D-LINK, HARRIS, LUCENT y TELETRONICS, como las más utilizadas.

De esta información se puede observar que los equipos homologados no presentan características para trabajar con la tecnología UMA, como se especifica en el estudio de factibilidad técnico y legal más adelante, por lo que un equipo WLAN que desee operar con la misma, debe ser debidamente Homologado para determinar si es posible o no su utilización.

Ahora bien, para la Homologación se deben seguir ciertos procedimientos, los mismos que se especifican en el “Reglamento para homologación de equipos de telecomunicaciones”, que no se estudian en este Proyecto. Sin embargo, como requisito principal de homologación, se especifica una característica principal para las WLAN con la finalidad de evitar interferencia a otros sistemas, y que la WLAN con tecnología UMA debe acatar, de lo cual se describirá más adelante.

Esta es la situación actual en el Ecuador de la tecnología de las redes inalámbricas WLAN (IEEE802.11) y lo hasta aquí estudiado se considera suficiente como base para continuar el desarrollo de este Proyecto.

A continuación se presenta de manera similar un estudio sobre el estado actual de las redes de tecnología celular.

⁷ Reglamento para homologación de equipos de telecomunicaciones, Artículo 9

1.3 ESTADO ACTUAL DE LAS REDES CELULARES EN EL ECUADOR

Los sistemas de redes celulares en el Ecuador, han sido implementados con varias tecnologías por operadores de telefonía celular, los mismos que en la actualidad se apoyan en dos plataformas tecnológicas diferentes, las cuales se mencionan a continuación.

1.3.1 TECNOLOGÍAS DE LAS REDES CELULARES EN LAS OPERADORAS

1.3.1.1 Conecel S.A. (PORTA)

CONECCEL S.A. (Consortio Ecuatoriano de Telecomunicaciones S.A.), más conocido como PORTA, concesionaria del servicio de telefonía móvil desde 1993, inició sus operaciones con tecnología americana (Advance Mobile Phone Service, AMPS) de primera generación y actualmente brinda sus servicios a través de dos plataformas tecnológicas.

Éstas plataformas tecnológicas son la tecnología americana de segunda generación TDMA, evolucionada a partir de AMPS y la tecnología europea 3GSM “que es la implementación de la tecnología de 2G (Group Special Mobile, GSM) y las tecnología de 2.5G (General Packets Radio System, GPRS) y (Enhanced Data rates for GSM Evolution, EDGE)” las cuales funcionan en paralelo ⁸.

1.3.1.2 Otecel S.A. (Telefónica Móviles)

Telefónica Móviles, también conocido como Movistar, quien inició sus operaciones el 14 de Octubre de 2004 con la adquisición del 100% de las acciones de OTECEL. SA, y concesionaria del servicio de telefonía móvil desde 1993, inició sus operaciones al igual que PORTA con la tecnología americana (Advance Mobile Phone Service, AMPS), pero actualmente ofrece sus servicios mediante la

⁸ Página Web de CONECEL S.A. y la Superintendencia de Telecomunicaciones implementación de dos plataformas tecnológicas como son: la tecnología europea 3GSM y la tecnología americana: TDMA y CDMA2000 ⁹.

1.3.1.3 Telecsa S.A. (Alegro PCS)

En el caso de TELECSA S.A (Telecomunicaciones Móviles del Ecuador), más conocida con el nombre comercial de Alegro PCS quien es concesionaria del Estado Ecuatoriano desde el 2003 para la prestación del Servicio Móvil Avanzado (SAM) definidos por la regulación ecuatoriana, presta sus servicios a través de la plataforma americana CDMA2000, definiendo dos tecnologías como son: CDMA2000 1X y CDMA2000 1X EV-DO ¹⁰, las cuales constituyen sistemas de 2.5G que presentan características de tercera generación.

Todas estas tecnologías usadas por los operadores de telefonía celular en el Ecuador, en la actualidad operan en ciertas bandas de frecuencias designadas por el estado ecuatoriano, las cuales se mencionan a continuación.

1.3.2 BANDAS DE FRECUENCIAS PARA LAS OPERADORAS CELULARES EN EL ECUADOR SEGÚN EL PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS

El espectro radioeléctrico es un recurso natural de bien común, utilizado para dar soporte servicios relativos a las comunicaciones inalámbricas, por lo que es facultad privativa del Estado su aprovechamiento pleno, y le corresponde administrar, regular y controlar su utilización en sistemas de telecomunicaciones en todo el territorio ecuatoriano.

Actualmente en el Ecuador los organismos que ejercen estas funciones en representación del Estado son: el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión CONARTEL, y la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL).

⁹ Página Web de OTECEL S.A. y la Superintendencia de Telecomunicaciones

¹⁰ Página Web de TELECSA S.A. y la Superintendencia de Telecomunicaciones

De entre estos organismos, la SENATEL realizará la administración y gestión del espectro radioeléctrico en Ecuador de acuerdo a las políticas dictadas por el CONATEL, mediante la aplicación del Plan Nacional de Frecuencias.

1.3.2.1 Asignación de bandas en el Ecuador

Siendo el Ecuador un comprador de tecnología en el sector de las Telecomunicaciones, se ha encontrado la necesidad de elaborar un Plan Nacional de Frecuencias en el cual se recojan las recomendaciones de organismos internacionales, principalmente las de la UIT, y organismos tales como la FCC de Estados Unidos de América y la ETSI para los países Europeos, y que exprese la soberanía del estado ecuatoriano en materia de administración del espectro radioeléctrico utilizado en los diferentes servicios de radiocomunicaciones dentro del país y hacia su entorno internacional.

Por tal motivo el Plan Nacional de Frecuencias en lo que concierne a las operadoras celulares, presenta actualmente las siguientes características en las bandas correspondientes a:

1.3.2.1.1 Banda de los 800MHz

La banda de los 800MHz está asignada de acuerdo a las notas **EQA.140** y **EQA.145** del Plan Nacional de Frecuencias, como se muestra en la Figura 1.1 ¹¹.

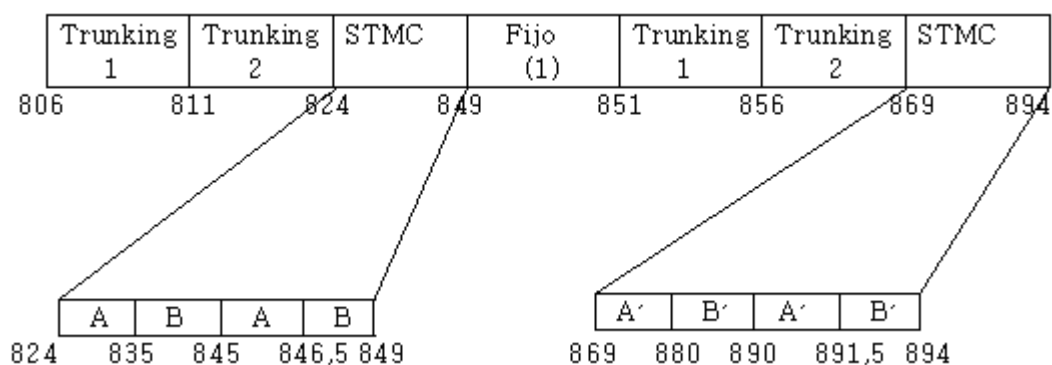


Figura 1.1: Bandas 824 – 849MHz y 869 – 894MHz para operadoras

¹¹ CONATEL-SENATEL, “Plan Nacional de Frecuencias”, Reglamento, Notas EQA. 140 y EQA.145
 Según la nota **EQA.140**, se especifica que las bandas correspondiente a los 800MHz como son: las bandas 806-811MHz y 851-856MHz; 811-824MHz y 856-869MHz están reservadas para los servicios FIJO y MÓVIL, de los sistemas troncalizados.

Según la Nota **EQA.145**, las bandas correspondientes a los 824 – 849MHz y 869–894MHz están asignadas a los servicios FIJO y MÓVIL, donde operan los sistemas de Telefonía Móvil Celular. El grupo de frecuencias asignado a los actuales concesionarios en esta banda, se mencionan a continuación:

➤ Concesionario Conecel-Porta

- Banda A: 824-835MHz y 845-846.5 MHz
- Banda A`: 869-880MHz y 890-891.5MHz

➤ Concesionario Otecel-Movistar

- Banda B: 835-845MHz y 846.5-849MHz
- Banda B`: 880-890MHz y 891.5-894MHz

En estas bandas las concesionarias CONECEL S.A. y OTECEL S.A. operan sus plataformas TDMA, CDMA y GSM; observándose adicionalmente que en la banda de los 800MHz ya no pueden operar otros operadores. Adicionalmente PORTA y MOVISTAR pueden hacer funcionar en esta banda otros sistemas que ellos determinen conveniente.

1.3.2.1.2 Banda de los 1850-1990MHz

De acuerdo a lo que se especifica en la Nota **EQA.180** del Plan Nacional de Frecuencias, según la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) por medio de la recomendación CCP.III/REC.26 (VI-96), sugiere que la banda 1850-1990MHz se utilice para los sistemas PCS y/o para sistemas fijos inalámbricos de acceso (WLL) en la región de las Américas. Esta banda está distribuida en algunos rangos de frecuencias como se muestra en la Tabla 1.2.

IMT 2000	TX(MHz)	RX(MHz)	Frecuencias(MHz)	
A-A'	15	15	1850-1865	1930-1954
B-B'	15	15	1870-1885	1950-1965
C-C'	15	15	1895-1910	1975-1990
D-D'	5	5	1865-1870	1945-1950
E-E'	5	5	1885-1890	1965-1970
F-F'	5	5	1890-1895	1970-1975

Tabla 1.2: Bandas de Frecuencia 1850-1990MHz

En la Tabla 1.2 se muestra 6 bandas de frecuencia y para el caso del Ecuador, estas bandas se han distribuido de la siguiente manera.

Tanto la banda A como la B contienen frecuencias de radio y televisión que ya están concesionadas por el estado ecuatoriano.

La banda C fue consecionada por el estado a la operadora ALEGRO en el año 2003, y se le otorgó 30MHz, en los siguientes rangos de frecuencias.

Banda C: 1895-1910MHz y Banda C': 1975-1990MHz

Pero la operadora ALEGRO ya no es la única que presta sus servicios en la banda de los 1900MHz, pues según como se indica en el Art.1 en la RESOLUCIÓN 496-21 emitido por el CONATEL, el 8 de Septiembre del 2006,

éste amplió el rango de frecuencias en los 1900MHz a las tres operadoras, en las bandas de frecuencias D-D', E-E' y F-F' en los términos, condiciones y plazos planteados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, los mismos que en este Proyecto no se estudiará.

Sin embargo, como indica esta resolución, a MOVISTAR se le designó la utilización de 10MHz en la banda D-D', adicionales a los 25MHz que tiene en la banda de frecuencias de los 800MHz, con lo que actualmente cuenta con un total de 35MHz. A PORTA, también se le designó el uso de 10MHz adicionales en la banda E-E', con lo que actualmente cuenta con un total de 35MHz dentro del espectro, y de igual manera a la operadora ALEGRO PCS pues el CONATEL le asignó el canal F-F' con 10MHz adicional al canal C-C', con lo que actualmente cuenta con 40MHz.

Con esta ampliación para el uso de frecuencias, las operadoras podrán ampliar su capacidad para el uso de tecnologías actuales y modernas; lo que a su vez también les permitirá tener mayor capacidad para la prestación de sus servicios.

1.3.3 SERVICIOS QUE PRESTAN LAS OPERADORAS CELULARES EN EL ECUADOR

Los servicios de telecomunicaciones que prestan cualquier sistema de telecomunicaciones, incluidos los servicios que prestan las operadoras celulares en el Ecuador están sujetos a la regulación y el control de los organismos pertinentes, los cuales dictarán los servicios que pueden darse y bajo que circunstancias.

Para la prestación de estos servicios se requiere de una autorización conocida como título habilitante, otorgada por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, previa autorización del CONATEL, por un período determinado dependiendo del servicio, los cuales consistirán de concesiones y permisos ¹².

Concesiones:

- a. Prestación de servicios finales;
- b. Prestación de servicios portadores; y,
- c. La asignación del espectro radioeléctrico.

Permisos:

- a. Prestación de servicios de valor agregado; y,
- b. Instalación y operación de redes privadas.

¹² Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, Artículo 59 y Artículo 60 La Secretaria Nacional de Telecomunicaciones procesa la emisión de títulos habilitantes que permiten la prestación de los siguientes servicios para las operadoras celulares.

1.3.3.1 Servicio Móvil Avanzado

El Servicio Móvil Avanzado es un servicio final de Telecomunicaciones, del servicio móvil terrestre, que proporcionan la capacidad completa (para toda transmisión, emisión y recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, voz, datos o información de cualquier naturaleza), incluyendo las funciones del equipo Terminal, para la comunicación entre usuarios que generalmente requieren elementos de conmutación. (Por ejemplo: La Telefonía solo provee comunicación de voz; el SMA incluye el teléfono en cada fin de la conexión).

La única empresa que tiene licencia para brindar el Servicio Móvil Avanzado es ALEGRO PCS, y el título habilitante para la instalación, prestación y explotación del SMA es una concesión otorgada a nivel nacional y tendrá una duración de 15 años que podrá ser renovado de conformidad con el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada. caso de estudio que no compete a este Proyecto.

1.3.3.2 Servicio de telefonía móvil celular (STMC)

Los servicios de telefonía móvil celular se pueden considerar en un principio como un servicio final de telecomunicaciones, pues permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente en lugares geográficos diferentes. Estos servicios se constituyen en grandes redes de comunicaciones que actualmente permiten cursar diferente tipo de tráfico, entre ellos:

- Telefonía Móvil
- Envío de Mensajes Cortos (SMS)
- Datos a baja velocidad

Los servicios de telefonía móvil celular (STMC) en nuestro país están brindados por las operadoras PORTA y MOVISTAR desde del año 1993, mediante la obtención de un contrato de concesión, el cual tiene una duración de quince años, que pueden ser renovables de mutuo acuerdo.

Para permitir la libre competencia bajo condiciones de igualdad, el alcance de la concesión del servicio de telefonía móvil celular incluye los servicios suplementarios tales como: marcación abreviada, llamada en espera, Internet Móvil, transferencia de datos, etc., para los cuales la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones ha extendido permisos para la explotación de tales servicios a las operadoras MOVISTAR y PORTA.

Cada una de estas operadoras deben solicitar a la Superintendencia de Telecomunicaciones se les permita la explotación de los servicios que desean proporcionar a sus clientes. Alegro PCS en cambio, puede proporcionar los servicios que desee a sus clientes, sin solicitar permiso.

1.3.3.4 Servicios portadores

Los servicios portadores son servicios que proporcionan al usuario la capacidad necesaria para el transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación, entre dos o más puntos de una red de telecomunicaciones. Estos servicios ofrecen al usuario la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes, sonidos, voz e información de cualquier naturaleza

entre puntos de terminación de red especificados, los cuales pueden ser suministrados a través de redes públicas propias o de terceros, de transporte y de acceso, conmutadas o no conmutadas, físicas, ópticas y radioeléctricas tanto terrestre como espaciales.

Las redes de las operadoras celulares PORTA y MOVISTAR al constituirse un medio para llevar información, han obtenido una concesión para brindar dicho servicio, cuyo plazo de duración será de quince años, renovable de acuerdo al reglamento pertinente.

1.3.3.4 Servicios de valor agregado

Los servicios de valor agregado son aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información. Los servicios de valor agregado son brindados a través de ISPs y AUDIOTEXTO, y las operadoras PORTA y MOVISTAR han obtenido la autorización para brindar éstos servicios como ISPs, a través de la obtención de un título habilitante para su operación que consiste de un permiso.

En general, éstos son los servicios ofrecidos por las operadoras celulares a través de la infraestructura de las tecnologías celulares. A estos servicios acceden un sin número de usuarios, principalmente a lo que es el servicio de telefonía móvil celular, tal como se describe a continuación.

1.3.4 USUARIOS DE LA TELEFONÍA MÓVIL CELULAR

Según datos de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL), a Diciembre del 2006, PORTA es la empresa de telefonía celular líder en el mercado, pues posee más de 5.6 Millones de usuarios, seguido por MOVISTAR con alrededor de 2.4 millones de usuarios, tal como se muestra en la Tabla 1.3, y ALEGRO PCS con 358.653 usuarios. Según estos datos, los usuarios totales en el mercado de telefonía móvil celular son de 8.485.050 usuarios.

FECHA		OTECEL (Movistar)			CONECEL (Porta)		TOTAL NACIONAL
		TDMA	CDMA	GSM	TDMA	GSM	
Diciembre	Usuarios postpago	24.849	87.633	243.298	4.721	603.269	8.126.397
	Prepago	106.206	989.513	1.038.503	248.428	4.779.977	
Total de Usuarios		2.490.002			5.636.395		
Terminales de telefonía pública		6.148 (noviembre de 2006)			19.504 (noviembre de 2006)		-

Tabla 1.3: Usuarios de OTECEL y CONECEL en el mes de Diciembre del 2006

Ahora bien, con estos antecedentes y teniendo más de 8,4 millones de usuarios de telefonía móvil, las operadoras buscan las maneras de captar más clientes. Así, mediante la prestación de innovadores servicios, nuevas tecnologías, entre otras como promociones, reducciones de tarifas, o ampliación de cobertura, PORTA, MOVISTAR y ALEGRO buscan la manera de ganar el mercado.

Sin embargo, con todas estas estrategias y el continuo crecimiento del mercado, que desde 1996 ha aumentado en promedio un 63,54 por ciento anual (Ver Tabla1.4), apareció la inquietud sobre si el espectro radioeléctrico es suficiente.

SERVICIO	Unidad	1996	nov-2006	% promedio Anual nov-2006/1996)	% de crecimiento nov-2006/1996)
Telefonía Fija	Usuarios	800.763	1.768.970	8,32	120,91
Telefonía Móvil Celular (Movistar y Porta)	Usuarios	59.779	7.864.609	63,54	13056,14
Servicio Móvil Avanzado (Alegro)**	Usuarios		326.314	-	8478,18
Troncalizado	Usuarios	1.534	22.162	30,89	1344,72
Portadores	Usuarios	46	46.217	100,74	100371,74
Valor Agregado - acceso a la internet *	Usuarios	0	750.523	93,27	18367,59
Concesionarios Privados - Radiocomunicaciones	Concesionarios	1.388	6.035	15,97	334,80
Frecuencias Privadas - Radiocomunicaciones	Frecuencias	4.329	16.066	14,13	271,12
Estaciones Privadas - Radiocomunicaciones	Estaciones	58.219	138.372	9,12	137,67

Radiodifusión Sonora	Estaciones	831	1.191	3,69	43,32
Televisión	Estaciones	231	330	3,66	42,86
Televisión Codificada	Canales	705	610	-1,45	-13,48

Nota (*): Crecimiento de los servicios de Valor Agregado en el período dic. 98 a nov. de 2006

(**): Datos del Servicio Móvil Avanzado desde dic. 2003 a nov. de 2006

Tabla 1.4: Evolución de los servicios de telecomunicaciones del período diciembre 1996 a noviembre 2006 ¹³.

¹³ http://www.supertel.gov.ec/Telecomunicaciones/t_celular/estadisticas.htm

Esta inquietud se presentó porque en 1993, cuando el Estado destinó la banda de 800MHz para el Servicio de telefonía Móvil Celular (STMC), sólo PORTA y MOVISTAR en ese entonces Bellsouth podían operar ésta banda. Sin embargo, para estas operadoras la banda de los 800MHz comenzó a ser insuficiente para los servicios que quieren explotar, pues ya no puede ser ampliada, pues está ocupada por otros sistemas, como se explicó en el sub capítulo 1.3.2.1.1. En lo que se refiere a Alegre PCS, cuando ingresó al mercado en el 2003, el Estado le concesionó su operación en la banda de 1900MHz porque ofrecía un servicio distinto a la telefonía móvil celular y ya no había más espacio en la banda de los 800MHz.

Con todo esto, surgió la necesidad de ampliar sus anchos de bandas, de ahí la justificación de las firmas para solicitar mayor espectro en la banda de los 1900MHz explicada en el sub capítulo 1.3.2.1.2, la cual les permitirá brindar más capacidad y más servicios a las operadoras. Pero aún con esta designación en la banda de los 1900MHz, es necesario que el Estado administre continuamente de mejor manera el espectro radioeléctrico, esto porque es un recurso natural escaso que no se puede ampliar.

Desde este punto de vista, este Proyecto propone la tecnología UMA, con la finalidad de acceder a los servicios ofrecidos por las operadoras celulares a través de un rango de frecuencia diferentes a las ofrecidas por las tecnologías celulares, tratando de brindar de esta manera soporte de manera eficaz eficiente y regulada,

no solo al escaso recurso del espectro electromagnético si no también a todos los servicios que prestan las operadoras celulares.

Dentro de este esquema, a continuación se realiza el estudio de la tecnología UMA, con la finalidad de mostrar su utilidad en la que una red inalámbrica WLAN (IEEE 802.11) trabaja sobre las redes celulares de tercera generación 3G UMTS.

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA UMA

2.1 INTRODUCCIÓN

Con la aparición tecnológica en el Ecuador de las redes inalámbricas WLAN (IEEE802.11) y la posible llegada de las redes de tercera generación del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunication System, UMTS), al cual de hoy en adelante se le denominará simplemente UMTS, se abre la posibilidad de interconectar estas dos redes con el fin de beneficiarse de los servicios que brindan las mismas. Pero para lograr esto, se necesita de una tecnología que permita interconectarlas.

Con este objetivo se ha desarrollado una tecnología que permite la comunicación entre una Estación Móvil (Mobil Station, MS) y las redes celulares GSM, GPRS así como también UMTS, a través de redes IEEE 802.11. Esta tecnología es conocida como Acceso Móvil Sin licencia (Unlicensed Mobile Access, UMA) a la que se llamará simplemente UMA.

El uso de esta tecnología es importante, ya que las actuales tecnologías de Voz sobre IP se realizan por medio de un computador común, y lo que se pretende con

el uso de la tecnología UMA es trasladar este concepto a los teléfonos móviles. Esto permitirá a los usuarios conectarse a una red inalámbrica de banda ancha y al mismo tiempo efectuar sus llamadas a través de la Red celular.

Pero esta tecnología no sólo se limitará al servicio de llamadas telefónicas, sino también que se podrá acceder desde el móvil a todos los servicios de las redes GSM/GPRS y redes de tercera generación (3G) UMTS.

Por lo tanto, para cimentar una base sólida de partida, este Capítulo se centrará principalmente en el estudio de la tecnología UMA, procurando explicar su rol en la implementación de las redes IEEE 802.11a/b/g sobre redes celulares 3G UMTS.

2.2 ASPECTOS GENERALES DE UMA

2.2.1 ORIGEN DE UNLICENSED MOBILE ACCESS (UMA)

La tecnología UMA, también conocida como Red de Acceso Genérico (Generic Access Network, GAN), fue desarrollada en enero de 2004 por El Consorcio de Acceso Móvil Sin licencia (The Unlicensed Mobile Access Consortium, UMAC), conformado por 14 miembros, entre ellos vendedores y operadores como son: Alcatel, British Telecom, Cingular, Ericsson, Kineto Wireless, Motorola, Nokia, Nortel Networks, O2, Research in Motion, Rogers Wireless, Siemens, Sony Ericsson y T-Mobile US. Formaron en primer lugar un grupo independiente y luego, el 8 de Abril del año 2005, decidieron unirse a la organización 3GPP (**ANEXO A**)¹⁴.

2.2.2 FUNCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA UMA

La tecnología UMA es una tecnología de red de acceso que permite utilizar una conexión inalámbrica IEEE802.11 o Bluetooth, mediante una conexión de Internet de banda ancha para acceder a todos los servicios de la telefonía móvil celular que operan con tecnología GSM, GPRS o UMTS. Esto incluye llamadas de voz,

navegación móvil, correo electrónico, capacidad multimedia y básicamente, cualquier servicio móvil celular.

Si bien, la tecnología UMA permite utilizar ya sea IEEE 802.11 o Bluetooth implementadas sobre las redes celulares (GSM, GPRS y UMTS), en el transcurso de este proyecto, solo se presenta el caso de estudio de IEEE802.11 que interactúa con las redes celulares UMTS.

¹⁴ Página Web de la organización Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Generic_Access_Network

Ahora bien, para que un usuario acceda a los servicios de la red celular utilizando la tecnología UMA, en primer lugar, necesita de una estación móvil con tecnología UMA, un operador que admita la tecnología UMA y una conexión a Internet de banda ancha accesible desde una red IEEE802.11.

Con esto, por ejemplo en lugar de utilizar la radio GSM para conectarse con las torres celulares, el usuario usa el Protocolo de Internet (Internet Protocol, IP), para conectarse a la red móvil a través de Internet. Por ejemplo: cuando se realiza una llamada a través de una red de acceso celular, normalmente, primero la estación móvil se conecta a una torre denominada Estación de Transceptor Base (Base Transceiver Station, BTS), y desde allí, la conexión atraviesa una red privada hasta un Controlador de Estación Base (Base Station Controller, BSC), que a su vez dirige la conexión hasta la red de telefonía pública.

Con la tecnología UMA el funcionamiento es similar: la estación móvil se conecta a Internet a través de una red IEEE802.11 y utilizando el Protocolo IP, se conectará a lo que se denomina el Controlador de Red UMA (UMA Network Controller, UNC), la que a su vez dirige la conexión hasta la red de telefonía pública.

Como se observa, este funcionamiento es análogo a la red de acceso celular, pues el punto de acceso WLAN cumple la función de la BTS, Internet hará el papel de la red privada, y el funcionamiento de la BSC lo realizará la UNC. Como se puede deducir, una de las principales diferencias es que todo el tráfico de usuario se envía a través de la conexión a Internet.

Además, se debe considerar que la conexión a los servicios son ininterrumpidos, y la razón principal es que la tecnología UMA presenta los mecanismos de Rove y handover, los cuales permiten pasar de una red WLAN (IEEE802.11) a la red celular y viceversa de una forma transparente para el usuario.

Esto es de manera resumida, el funcionamiento de la tecnología UMA. A medida que se explore este capítulo con mayor profundidad, se verá que el tráfico de señales por esta red, involucra algunos elementos y procesos, tal como se estudia a continuación.

2.3 ARQUITECTURA DE LA RED UMA

La arquitectura de la Red UMA, mostrada en la Figura 1.2, presenta los bloques funcionales y las interfaces de dicha red.

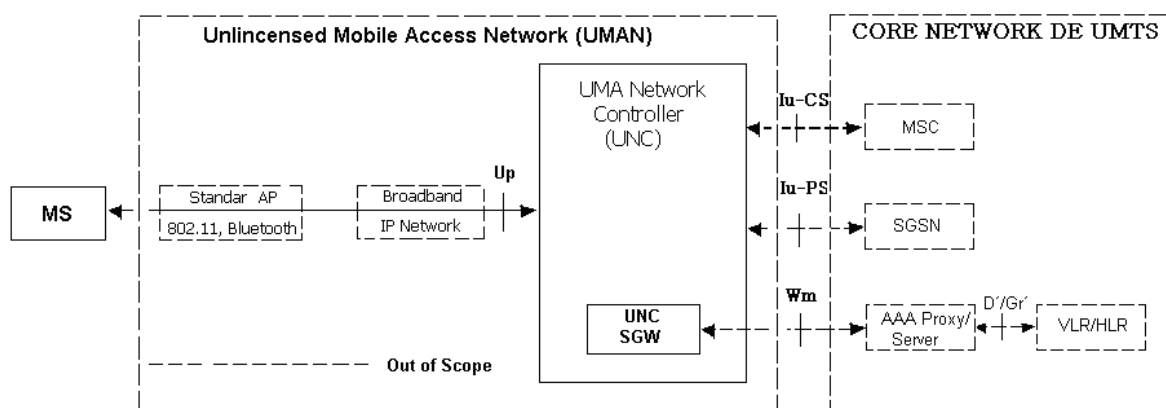


Figura 2.1: Arquitectura de la red UMA ¹⁵

Se observa, que la tecnología UMA especifica la Red de Acceso Móvil Sin licencia (Unlicensed Mobil Access Network, UMAN), a la que hoy en adelante se le denominará simplemente UMAN. La red de acceso de UMA es una red de acceso especificada por la tecnología UMA, que provee el interfaz entre la Estación Móvil y la Red Central (Core Network). Consiste de uno o más puntos de acceso (Access Point, AP) y una o más Controladores de Red UMA (UNC), interconectados a través de una red de banda ancha IP.

UMAN soporta simultáneamente servicios de conmutación de circuitos (CS) y servicios de conmutación de paquetes (PS), a través de un interfaz único definido entre la estación móvil y la UNC, conocida como interfaz Up.

Los bloques funcionales y las interfaces relacionados con la tecnología UMA se detallan a continuación:

¹⁵ Arquitectura UMA sacada de la página Web de la organización UMAtechnology: <http://umatechnology.org>

2.3.1 BLOQUES FUNCIONALES

Los bloques funcionales están conformados por los siguientes elementos:

- La Estación Móvil (Mobile Station, MS)
- Punto de Acceso (Access Point, AP)
- Controlador de Red UMA (UMA Network Controller, UNC)
- Red de Banda Ancha IP
- Elementos de la Red Central (Core Network)

2.3.1.1 Estación Móvil (Mobile Station, MS)

La Estación Móvil (MS) de la tecnología UMA, es un bloque funcional que provee acceso a los usuarios finales a la Red Central de una Red Móvil Terrestre Pública (Public Land Mobile Network, PLMN), para brindar servicios de telecomunicaciones ofrecidas por las redes GSM, GPRS o UMTS, a través de una red de acceso.

En este caso, la estación móvil va a acceder a la Core Network a través de una combinación de las redes de acceso ya sea de GSM, UMTS o UMA, y para esto la estación móvil debe soportar las siguientes características ¹⁶:

1. Debe soportar redes WLAN del estándar IEEE 802.11 a, IEEE 802.11 b o IEEE 802.11 g, por lo que debe cumplir con todo el conjunto de características específicas de estas redes.
2. Al menos debe ser de modo dual (Dual-Mode), con la finalidad de funcionar tanto como un teléfono celular normal (a través de la Red de Acceso GSM o Red de Acceso UMTS) y como un Terminal que trabaje en la red WLAN (A través de la Red de Acceso UMA), o a su vez que tenga una funcionalidad Triband con la finalidad de que trabaje en una de las tres redes de acceso ya sea la Red de Acceso de GSM, UMTS o UMA.

¹⁶ Página Web de la organización UMAtechnology: <http://umatechnology.org/UMA%20Stage%202%20R1.0.1>
En este caso, la estación móvil debe poder seleccionar la red de acceso con cual trabajará: ya sea la red de acceso Macro (GERAN o UTRAN) o UMAN, esta selección puede ser controlada por el usuario, a su vez controlada por el usuario y el proveedor de servicio o controlada exclusivamente por el proveedor de servicio, casos que nos limitamos a entrar en detalle.

3. Debe poseer la capacidad de conmutar automáticamente entre la red WLAN y la red celular, sin intervención del usuario. Sin embargo, el usuario final, debe manualmente poder deshabilitar la conmutación automática y seleccionar un solo modo de acceso, ya sea: solo a través de la red Macro (GERAN o UTRAN) o solo a través de UMAN.
4. La estación móvil selecciona la Core Network a la cual quiere conectarse, estas redes pueden ser de proveedores de servicios separados. De manera similar debe poder obtener servicios cuando la red Macro (GERAN o UTRAN) y UMAN son operados por el mismo operador de red u operados por diferentes operadores de red.
5. La capacidad de la tecnología UMA agregada a una estación móvil no afecta su capacidad de operar encima de la red Macro, y se debe considerar que la implementación de la tecnología UMA minimiza el

impacto en las estaciones móviles ofreciendo un mínimo desarrollo en la arquitectura de Software. A nivel de Hardware presenta mínimas demandas sobre el desempeño del procesador y el espacio de almacenamiento.

2.3.1.1.1 Recomendaciones de capacidad de la estación móvil en 802.11

La estación móvil para trabajar en la red IEEE 802.11a/b/g debe poseer las siguientes capacidades:

1. **Scan:** Cuando la estación móvil está bajo cobertura GERAN o UTRAN debe realizar periódicamente un proceso de scan cada 2 a 3seg con una duración menor de 100ms en cada lectura, con la finalidad de detectar un área de cobertura de la red WLAN.
2. **Métodos de seguridad:** La estación móvil debe poseer la capacidad de soportar ciertos niveles de seguridad como es el caso de: métodos de control de acceso al AP a través de filtrado SSID, Autenticación (con algunos estándares como WEP, "WPA con 802.1x"), encriptación (mediante encriptación WEP y WPA "con TKIP") y con opción de usar Encriptación que ofrece el estándar 802.11i).
3. **Calidad de Servicio (QoS):** La estación móvil debe soportar 802.11e con la finalidad de brindar calidad de servicio a las aplicaciones, priorizando las aplicaciones de tiempo real.

2.3.1.2 Punto de Acceso (Access Point, AP)

El punto de acceso es una estación base de LAN inalámbrica que da acceso a todos los nodos conectados a él mediante un enlace de radio sin licencia. Actúa como un punto central de una red inalámbrica, pero a veces funciona como un punto de conexión entre una red inalámbrica y una red cableada. En el caso de la Red UMA, el access point por un lado provee el radio enlace hacia la estación

móvil y por el otro lado está conectado a través de la red IP a la UNC, tal como se muestra en la Figura 2.1.

Las características más importantes que el Access Point debería poseer son ¹⁷:

1. Soporta redes IEEE 802.11 b o IEEE 802.11 g.
2. Compatibilidad con UMA, lo que implica que no se puede usar cualquier tipo de Access Point para interconectar la estación móvil a la UNC.
3. Capacidad de conexión a cualquier punto dentro de una LAN de usuario.

¹⁷ Página Web de la organización UMATECHNOLOGY (2004-10-08): <http://umatechnology.org/UMA%20Stage%20%20R1.0.1%20>

Además de estas características, se deben considerar las siguientes recomendaciones.

2.3.1.2.1 Recomendaciones de capacidad del Access Point en 802.11

Para trabajar en la red WLAN, el Access Point debe presentar las siguientes capacidades ¹⁸:

1. **Beacon:** El Access Point debe transmitir periódicamente beacons, en periodos menores de 100ms, con la finalidad de tener entrenado a la estación móvil enviando información de red
2. **Autenticación:** El Access Point debe dar soporte a autenticación WEP, WPA con 802.11x.
3. **Encriptación:** El Access Point debe dar soporte a Encriptación WEP y WPA (con TKIP), con opción de usar 802.11i.
4. **Calidad de Servicio (QoS):** El Access Point debe priorizar paquetes de voz respecto a cualquier otro paquete de datos. Para eso debe soportar el estándar 802.11e, para asignar prioridades a los paquetes de voz.

Ahora bien, se deben considerar tanto para la estación móvil como para el Access Point, ciertas características físicas mínimas que la tecnología UMA establece para el enlace de radio sin licencia, consideradas específicamente para una red IEEE 802.11b/g, tal como se menciona a continuación.

1. La potencia de transmisión en la entrada de la antena debe ser de +17dBm (50mW) para el Access Point y +3/-2dBm (2mW/0.8mW) para la Estación Móvil.
2. La sensibilidad de recepción debe ser de al menos (-87dBm) a una velocidad de 1Mbps, tanto en el Access Point como para la Estación Móvil.

¹⁸ Página Web de la organización UMATECHNOLOGY (2004-10-08): <http://umatechnology.org/UMA%20Stage%20%20R1.0.1%20>

3. La ganancia de la antena en la estación móvil debe ser de por lo menos (-10dBi).
4. La ganancia de la antena en el Access Point debe ser de al menos -0dBi.

2.3.1.3 Controlador de red UMA (UMA Network Controller, UNC)

El Controlador de Red UMA (UNC), presenta la función de gestionar los recursos de Red UMA, por lo cual se dice que cumple una función equivalente a una Controladora de Estación Base (BSC) de una red celular GSM. La UNC incluye un Gateway de seguridad Inalámbrico (Security Gateway Wireless, SGW) el cual controla el acceso remoto de la estación móvil, proveyendo autenticación, encriptación, e integridad al tráfico de control y de usuario. Además, cumple la funcionalidad de traducir protocolos propios de la Red Central GSM, GPRS o UMTS a protocolos que maneje la red UMA y viceversa ¹⁹.

Las funcionalidades de control de UMA, están relacionadas con:

1. Presentar una transferencia transparente de mensajes entre la estación móvil y la Red Central.

2. Registración para acceso a servicios UMA
3. Dar soporte a servicios de conmutación de circuitos (CS) y conmutación de paquetes (PS). Esto incluye el manejo de eventos de establecimiento, mantenimiento y terminación para señales de control y tráfico de usuarios entre la estación móvil y la UNC.
4. Presentar funciones equivalentes a los protocolos GSM RR¹² y GPRS RLC¹³ en los procesos de paging y handovers, a través de los protocolos UMA RR y UMA RLC, como se mencionará mas adelante en este capítulo.

¹⁹ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

2.3.1.4 Red de Banda Ancha IP

La Red de Banda Ancha es una red con una alta velocidad de transmisión que provee conexión a Internet. A una red de banda ancha se accede a través de redes de acceso de banda ancha las cuales presentan características de alta velocidad de transmisión (superiores a 128Kbps) y las cuales siempre están disponibles a través de una comunicación simultánea (up-link y down-link). En este caso, la tecnología UMA realiza el acceso de banda ancha a Internet a través de un enlace inalámbrico con la redes IEEE 802.11 a, IEEE 802.11 b o IEEE802.11g.

Ahora bien, la red UMA trabaja de forma transparente respecto a la red de banda ancha, pues ésta solo ofrece el transporte de tráfico IP a los protocolos de la Red Central, entre la estación móvil y la Red Central, por lo que la red de acceso de banda ancha IP no se especifica en la funcionalidad de la tecnología UMA, y por tal motivo no se entra en detalle de su relación con esta tecnología.

2.3.1.5 Elementos de la Core Network (MSC/VLR y SGSN/GGSN)

La Red UMA se relaciona con todos los elementos de la Red Central UMTS de una red PLMN con la finalidad de realizar sus respectivas funciones. Esta relación

se da a partir de una conexión directa de la UNC con los elementos **MSC** y **SGSN** a través de Interfaces definidas por GERAN o UTRAN, con el objetivo de realizar la transacción de control y de servicios de los usuarios.

Por otro lado, también se relaciona con un servidor denominado **server AAA** (Authentication, Authorization and Accounting), a través de otra Interface también definida por UTRAN, el cual realiza la función de autenticar a la estación móvil.

Por otro lado, la tecnología UMA da soporte a una selección manual o automática de la Red Central. Para selección manual, el usuario podrá seleccionar una red específica con cual desee trabajar. Para selección automática, el proveedor de servicio podrá priorizar la red, redes autorizadas y las redes no autorizadas a las cuales el usuario podrá acceder.

Se debe considerar también que la implementación de la tecnología UMA no ocasiona ningún impacto directo sobre la Red Central, pues solo brinda un cambio mínimo en el desarrollo de la arquitectura de Software.

Ahora bien, para que se de una comunicación eficaz entra estos bloques funcionales se presentan interfaces las cuales se verán involucrados en la transmisión de señales de control y tráfico, según sea el caso.

2.3.2 INTERFACES RELACIONADOS CON UMAN ²⁰

2.3.2.1 Interfaz A

La Interfaz A, lleva información tanto de control como de tráfico de usuario, pero solo se utiliza para los servicios de conmutación de circuitos, pues sirve de interfaz entre el Centro de Conmutación de Servicios Móviles de segunda generación (Mobile-services Switching Centre, MSC) y la UNC.

2.3.2.2 Interfaz Gb

Lleva información tanto de control como de tráfico de usuario, pero está aplicada exclusivamente para los servicios de conmutación de paquetes, pues se define

entre el Nodo de Soporte de Servicios GPRS (Serving GPRS Support Node, SGSN) y la UNC.

2.3.2.3 Interfaz Wm

Esta interfaz lleva información de control y sirve de vínculo de unión entre el servidor Proxy AAA que se encuentra en la Core Network y el Gateway de seguridad (UNC AGW).

Cabe mencionar que las Interfaces A, Gb, Wm son interfaces basadas en estándares GERAN, y que también se definen en la conexión entre UMAN y la Core Network. Por otro lado, también se debe considerar que UMAN debe

²⁰ Página Web de la organización UMATECHNOLOGY (2004-10-08): <http://umatechnology.org/UMA%20Stage%20%20R1.0.1%20>

soportar la migración de la Red Central a UMTS, dando soporte a la implementación de las interfaces definidas para UTRAN, como son las interfaces Iu-CS y Iu-PS.

2.3.2.4 Interfaz Iu-CS

La interfaz Iu-CS lleva información tanto de control como de tráfico de usuario, pero está definida para los servicios de conmutación de circuitos en la conexión entre UTRAN y MSC. También es utilizada en la conexión de GERAN a la MSC y para este caso específico en la conexión de UMAN a la MSC.

2.3.2.5 Interfaz Iu-PS

De igual manera, la interfaz Iu-PS está definida en la conexión entre UTRAN y la SGSN para los servicios de conmutación de paquetes. Pero también es utilizada como Interfaz entre GERAN y la SGSN y como interfaz de conexión entre UMAN y SGSN con la misma finalidad que se define para UTRAN.

2.3.2.6 Interfaz Up

La Interfaz Up lleva información tanto de control como de tráfico de usuario, tanto para los servicios de conmutación de circuitos como los servicios de conmutación de paquetes. Esta interfaz provee el transporte de red IP, en el cual se encuentran encapsulados protocolos de red GSM, GPRS o UMTS tanto de señalización como de tráfico de usuario, los cuales son intercambiados de forma transparente para UMAN entre la red central de la Red Móvil Terrestre Pública y la estación móvil.

2.4 IDENTIDADES EN UMA

Con la finalidad de gestionar el direccionamiento del tráfico de señalización para las diferentes funciones de UMA y el tráfico de usuario a las diversas entidades, la tecnología UMA utiliza las siguientes identidades ²¹.

²¹ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

2.4.1 IDENTIDADES PARA ESTACIONES MÓVILES Y ACCESS POINTS

1. La primera identidad es la **IMSI** asociada con el SIM en el Terminal Móvil. Este identificador es provisto por la estación móvil a la UNC con el objetivo de que el primero pueda registrarse a la UNC. A través de este identificador, la UNC mantiene un recordatorio de cada estación móvil registrada, y de esta forma el IMSI podrá ser usado por la UNC para diversas transacciones; por ejemplo, con el IMSI, la UNC puede encontrar a la estación móvil en una sesión de llamada.
2. **Dirección pública IP** de la estación móvil. Esta dirección es la fuente de datos presente en el extremo de la cabecera IP de los paquetes recibidos desde la estación móvil a través de la UNC-SGW, el cual puede ser usado por la UNC para dar soporte a servicios basados en localización.
3. El **direccionamiento en el access point** (AP-ID). Este identificador es la dirección MAC del access point a través del cual la estación móvil accede al servicio UMA. Este identificador es provisto por la estación móvil (obtenida vía broadcast desde el AP) al UNC a través de la Interfaz Up, cuando se hace un requerimiento de servicio UMA. El AP-ID puede ser usado por la

UNC para dar soporte a servicios basados en localización y también puede ser usado por los proveedores de servicios, para restringir el acceso a los servicios UMA, permitiendo el acceso solo a través de ciertos Access Point autorizados.

2.4.2 IDENTIDAD DE CELDA PARA UMA

Tal como en UTRAN, en UMAN una celda es identificada por una identidad de celda global (Cell Global Identity "CGI"), la cual es la concatenación de una identidad de área de localización (Location área Identity "LAI") y la identidad de celda (Cell Identity "CI").

Considerando esto, la identidad de celda específica la celda con cual está relacionada y la identidad de área de localización especifican el área de localización en donde se encuentra. Las áreas de localización (LA) son reagrupaciones de celdas contiguas, a través de estas la red reconoce la ubicación del móvil y en función del cambio de LA mueve los datos del usuario contenidos en el VLR, hacia el VLR que controla la nueva LA, en la cual el Terminal está entrando.

El área de localización (o área de ruteo) asignados a las celdas UMAN pueden ser las mismas o distintas de las áreas de localización de las celdas UTRAN. Por lo que el proveedor de servicio no debe necesitar reemplazar áreas de ruteo o áreas de localización cuando se despliega la tecnología UMA.

La identidad de celda UMAN (CGI) es utilizada para diferentes fases, entre estas se tienen:

- La identidad de celda UMAN es usada en la fase de registración, con el objetivo de tener principalmente localizada a la estación móvil para diversas transacciones como son, localización de llamadas, servicios de tarificación. Para esto, la UNC provee una CGI a la red Core Network indicando la celda UMAN en que la estación móvil se encuentra.

Adicionalmente, se debe considerar que la tecnología UMA no requiere que cada access point se configure como una celda, pues esto requerirá demasiadas identidades de celda las cuales serán difíciles de administrar y puede ser impracticable para el control de handover. Por esto más bien, UMA permite una agrupación flexible de access points en la celda virtual, brindando granularidad de celdas virtuales, y considerando a las áreas de los access point controlados por un solo UNC como una celda.

2.5 PROTOCOLOS INVOLUCRADOS CON LA TECNOLOGÍA UMA

La Arquitectura UMA presenta un conjunto de protocolos los cuales están definidos en diversos estándares. Estos protocolos no presentan ninguna modificación en la Arquitectura UMA, así se tienen:

2.5.1 PROTOCOLOS DEL ESTÁNDAR 3GPP

2.5.1.1 Gestión de Movilidad (Mobility Management, MM)

La función principal del sub nivel MM es la de soportar la movilidad de los terminales de usuario; por ejemplo, se encarga de informar a la red de su ubicación actual y proporciona confidencialidad de la identidad de usuario. Una función adicional del sub nivel MM consiste en proporcionar servicios de gestión de conexión a las diferentes entidades del sub nivel superior CM (Connection Management).

2.5.1.2 Control del Enlace Lógico (Logical Link Control, LLC)

El protocolo de Control de Enlace Lógico (Logical Link Control, LLC) transporta los protocolos de capas superiores los cuales son usados transparentemente entre la estación móvil y la SGSN (Serving GPRS Support Node). Estos protocolos se asignan a la estación móvil para obtener todos los servicios de GPRS de la misma manera como si estuviera conectado a la BSS de GERAN.

2.5.1.3 Protocolos de Interfaces usadas de UTRAN a la Core Network

Los protocolos de las interfaces A, Gb, Iu-CS, Iu-PS y Wm usadas en la conexión de la red de acceso a la Core Network, son usadas sin ningún cambio entre la UNC y la Core Network.

2.5.2 PROTOCOLOS DEL ESTÁNDAR DEL SISTEMA DE ACCESO DE RADIO SIN LICENCIA

Estos protocolos cumple con la arquitectura IEEE 802.11 definida para las redes WLAN, definiendo especificaciones de capa física y de sub capa MAC que incluyen funciones para asociación, autenticación, encriptación, transferencia de datos y Calidad de Servicio (QoS) ²².

²² Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

2.5.3 PROTOCOLOS BASADOS EN EL ESTÁNDAR IP ²³

2.5.3.1 Protocolo de Internet (Internet Protocol, IP)

El protocolo de Internet (Internet Protocol, IP) al cual de hoy en adelante se le llamará simplemente IP, se basa en brindar un servicio de datagrama sobre red no confiable. IP fue diseñado para permitir interacción entre sistemas localizados en redes de naturaleza diferente, definiendo tres funciones básicas:

1. Enviar los datagramas por ruta correcta en la red.
2. Mantener un sistema de direcciones consistente a través de toda la red.
3. Fragmentar datagramas según sea necesario.

2.5.3.2 Protocolo de Control de Transmisión (Transmission Control Protocol, TCP)

El protocolo TCP brinda un servicio confiable a las capas superiores encargándose de una transmisión libre de errores, proveendo un túnel para la señalización de GSM, GPRS y envío de Mensajes Cortos SMS.

2.5.3.3 IP Security extensions Encapsulating Security Payload (IPsec ESP)

ESP es un protocolo del conjunto de protocolos IPsec para soportar intercambio seguro de paquetes a nivel de la capa IP. ESP brinda un nivel de seguridad proveendo un túnel seguro para el tráfico de datos y control de los usuarios.

2.5.3.4 IKEv2 y EAP-AKA

Estos protocolos se implementan con la finalidad de brindar autenticación, establecimiento y mantenimiento de una asociación segura entre la estación móvil y la UNC.

²³ Página Web de la organización UMATECHNOLOGY (2004-10-08): <http://umatechnology.org/UMA%20Stage%20%20R1.0.1%20>

2.5.3.5 Protocolo de datagrama de usuario (User Datagram Protocol, UDP)

El Protocolo de datagrama de usuario (User Datagram Protocol, UDP) es el protocolo de transporte no orientado a conexión de la pila de protocolo TCP/IP. El UDP es un protocolo simple que intercambia datagramas sin acuse de recibo ni garantía de entrega. El procesamiento de errores y la retransmisión deben ser manejados por protocolos de capa superior. El UDP no usa ventanas ni acuses de recibo de modo que la confiabilidad, de ser necesario, se suministra a través de protocolos de la capa aplicación. El UDP está diseñado para aplicaciones que no necesitan ensamblar secuencias de segmentos.

2.5.3.6 Protocolo de Tiempo Real (Real Time Protocol, RTP)

El Protocolo de Tiempo Real (Real Time Protocol, RTP) permite la transferencia de tramas GSM sobre el transporte IP.

2.5.4 PROTOCOLOS ESPECÍFICOS DE UMA.

2.5.4.1 UMA-RR

El protocolo de recurso de radio UMA (UMA Radio Resource, UMA-RR), provee un manejo de los recursos de radio de la estación móvil, de manera similar al protocolo GSM-RR, presentando funciones como: registraci3n con la UNC; disposici3n de llevar tráfico de conmutaci3n de circuitos entre la estaci3n móvil y la UNC; soporte de Handover entre UTRAN y UMA; paging, configuraci3n de cifrado, mantener nivel de aplicaci3n activo, etc.; y el soporte para identificaci3n del access point con el cual accederá a UMA.

2.5.4.2 UMA-RLC

El protocolo de control de enlace de radio (UMA Radio Link Control "UMA-RLC"), se especifica con la finalidad de proveer servicios de liberaci3n de seÑales GPRS; mensajes SMS sobre un tÚnel seguro; Paging, control de flujo, manejo de transporte de canales GPRS y Transferencia de datos de usuario GPRS.

2.6 PROCEDIMIENTOS EN UMA

La tecnología de red UMA, especifica algunos procesos a trav3s de los cuales la estaci3n móvil establece una relaci3n con la Core Network, siendo estos:

- Descubrimiento de UMAN y Proceso de Registro
- Mecanismos de Seguridad
- Rove
- Realizaci3n de una Sesi3n
- Handover

2.6.1 DESCUBRIMIENTO DE UMAN Y PROCESO DE REGISTRO

Cuando una estaci3n móvil reci3n entra a operar en una Red UMA, debe realizar el procedimiento de Descubrimiento basado en una suscripci3n UMA, con el objetivo de determinar el Controlador de red UMA con el cual trabajará, conocido como Serving UNC. Para lograr este prop3sito, la estaci3n móvil primero se

conecta a un Provisioning UNC el cual descubre un default UNC, el que a su vez redireccionará la estación móvil para acceder a un Serving UNC con el cual trabajará, tal como se detalla en la secuencia de mensajes mostradas en la Figura 2.7.

1. La estación móvil inicialmente puede tener una dirección tipo Nombre de Dominio Totalmente Calificado (Fully Qualified Domain Name, FQDN), al cual se le llamará simplemente FQDN, del SGW del Proveedor UNC, y hará un pedido a un Servidor de Dominio de Nombres (Domain Name Server, DNS), para transformar el FQDN a una dirección IP.
2. El servidor DNS retorna la respuesta con la dirección IP. Si la estación móvil ya posee esta dirección IP, el paso por el DNS se omite.
3. Con esta dirección IP, la estación móvil establece un túnel seguro al SGW del Proveedor UNC.
4. A través de este túnel seguro, la estación móvil realiza un pedido al DNS del Proveedor UNC, para resolver el FQDN del Provisioning UNC a una dirección IP.

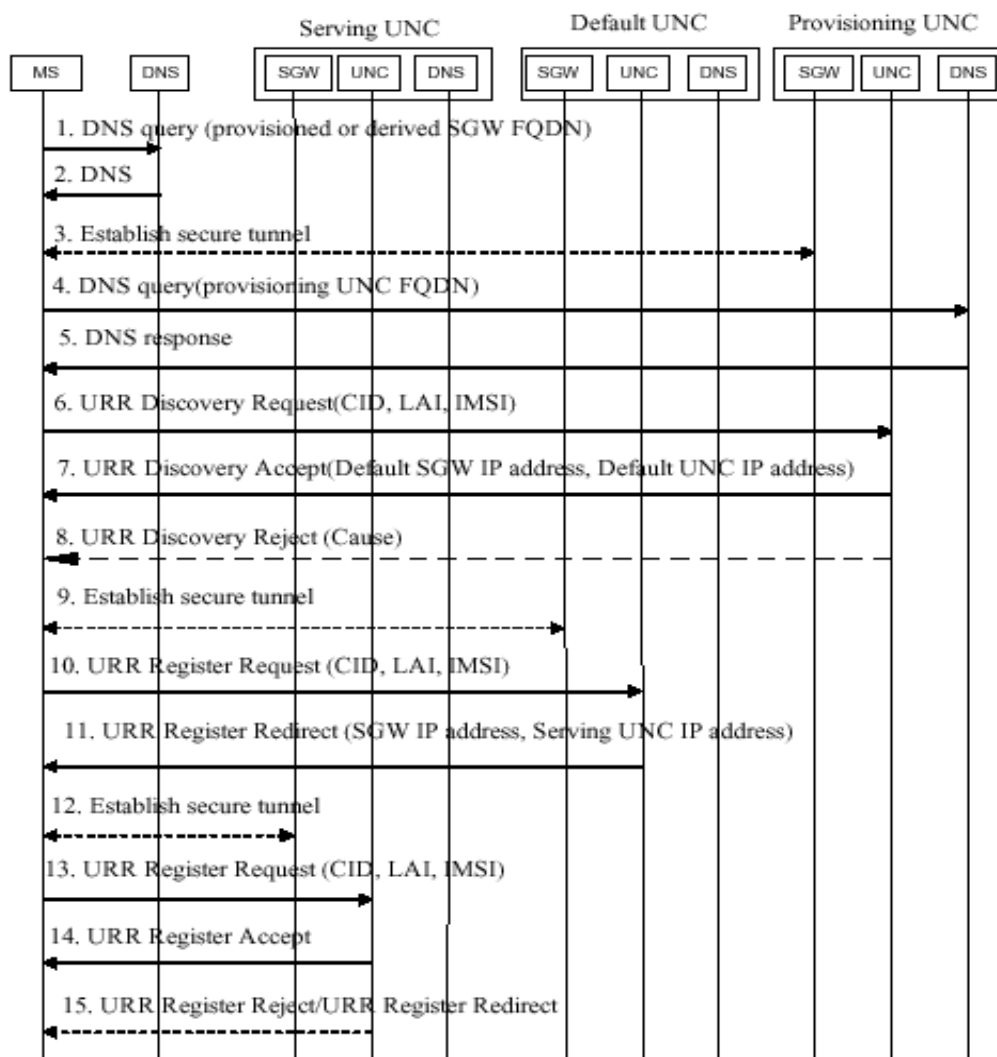


Figura 2.7: Procedimiento de Descubrimiento y Registro en UMAN ²⁴

5. El servidor DNS retorna la respuesta con la dirección IP. Si la estación móvil ya posee esta dirección IP, el paso por el DNS se omite.
6. Con esta dirección IP, la estación móvil realiza un requerimiento de descubrimiento a la Default UNC, para lo cual prepara una conexión TCP a

²⁴ Página Web de la organización UMATECHNOLOGY (2004-10-08): <http://umatechnology.org/UMA%20Stage%202%20R1.0.1%20>

un puerto en el Provisioning UNC, enviando un mensaje con la información de celda GSM (Tanto el CGI actual, o ultimo CGI donde la estación móvil a sido registrada satisfactoriamente), la identidad del Access Point (MAC Address) y el IMSI.

7. A este pedido, el Provisioning UNC puede aceptar el pedido de descubrimiento de la Default UNC enviando ya sea su FQDN o la dirección IP, utilizando la información CGI, MAC Address e IMSI antes mencionadas,
8. O puede rechazar el pedido de descubrimiento de la Default UNC., indicando la causa de rechazo.
9. Si el proceso de descubrimiento fue aceptado, y la estación móvil solo fue provista con la dirección FQDN del SGW del Default UNC, nuevamente resolverá una dirección IP a través de su respectivo DNS, estableciendo un túnel seguro al Default SGW.
10. Con esta dirección, la estación móvil configurará una sesión TCP a un puerto del Default UNC, a través del cual intentará registrarse en la Default UNC transmitiendo un mensaje con la información de celda GSM (Tanto el CGI actual, o ultimo CGI donde la estación móvil a sido registrada satisfactoriamente), la identidad del Access Point (MAC Address) y el IMSI.
11. En este paso la Default UNC puede tomar dos opciones. Primero intenta re-direccionar la estación móvil para intentar encontrar otra Serving UNC con la cual se registre la estación móvil. En este caso esta responderá con un mensaje de redirección proveyendo la dirección FQDN o dirección IP de ese Serving UNC y el asociado SGW, para que luego realice su respectivo proceso de registro. O, si la Default UNC no posee esta información, pasa al proceso de registro con la estación móvil, para lo cual puede aceptar el registro, enviando un mensaje de aceptación de registro o puede rechazar el registro, respondiendo con un mensaje de rechazo indicando la causa del rechazo.
12. En el caso de que la estación móvil fue re-direccionada y fue provista con el FQDN del Serving SGW, la estación móvil trata de de transformar esta dirección a una dirección IP, a través de un DNS, estableciendo un túnel seguro con el Serving SGW.
13. Con esta dirección IP, la estación móvil configurará una sesión TCP a un puerto de la Default UNC, a través del cual intentará registrarse con el Serving UNC, transmitiendo un mensaje con la información de celda GSM (Tanto el CGI actual, o ultimo CGI donde la estación móvil a sido registrada satisfactoriamente), la identidad del Access Point (MAC Address) y el IMSI.

14. Si el Serving UNC acepta el pedido de Registro, responderá con un mensaje de aceptación de registro que contiene información de la descripción de celda que comprende el BCCH ARFCN, código color PLMN y el código color de la estación base, la identificación del área de localización que comprende el código del país, el código de la red del Mobil y el código del área de localización correspondiente a la celda UNC, la identidad de celda que identifica la celda dentro del área de localización y el valor del timer de aplicación del nivel Keep Alive.
15. Alternativamente, el Serving UNC podría rechazar la solicitud o re direccionar la estación móvil a otra Serving UNC.

Con estos procedimientos de descubrimiento y registración, la estación móvil encuentra el Serving UNC con la cual trabajará, y al que simplemente se denominará de hoy en adelante UNC.

2.6.1.1 De-Registración

El proceso de De-Registración UMA es realizado por la estación móvil para informar a la UNC que está dejando el modo de operación UMA, el cual a su vez liberará recursos que está asignados a la estación móvil. Para esto, la estación móvil envía un mensaje de De-Registración (URR DEREGISTER) a la UNC como se observa en la Figura 2.8, lo cual retira el registro de la estación móvil en el UNC²⁵.



Figura 2.8: De-Registración iniciada por la estación móvil

²⁵ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

El proceso de De-Registración también es realizado por la UNC, cuando se pierde la conexión TCP con la estación móvil. Con este objetivo la UNC envía un mensaje de De-Registración (URR DEREGISTER) a la estación móvil como se observa en la Figura 2.9.



Figura 2.9: De-Registración iniciada por la UNC

2.6.1.2 Actualización de registro

El procedimiento de actualización de Registro puede iniciarse tanto por la estación móvil o por la UNC. En el caso de la actualización de registro iniciada por la estación móvil, es utilizado para indicar a la UNC que la información perteneciente al Access Point (Dirección MAC) o la identidad de celda GSM (CGI) han cambiado. Para este caso se da la secuencia de mensajes mostrada en la Figura 2.10 ²⁶.

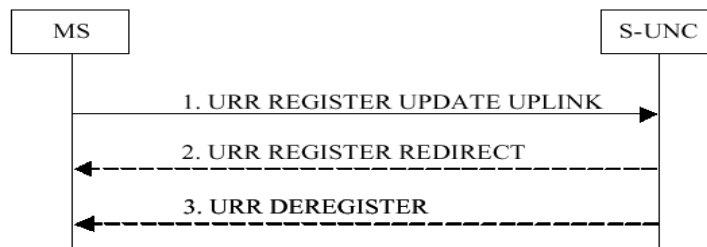


Figura 2.10: Actualización del Registro

1. Si la estación móvil cambia de un Access Point a otro, se verá en la necesidad de actualizar la información relacionada al Access Point actual (en este caso la dirección MAC), enviando un mensaje de actualización de registro (URR REGISTER UPDATE UPLINK) a la UNC con la información actual de la dirección MAC. Este proceso lo realizará la estación móvil, siempre que cambie de Access Point.

²⁶ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

2. Puede darse el caso de que este último Access Point se encuentre servido por otro UNC. Para este caso el primer UNC puede enviar un mensaje de De-Redirección de registro (URR REGISTER REDIRECT) con la finalidad de re direccionar la estación móvil a la última UNC, para lo cual utiliza la información del último Access Point.

3. Opcionalmente, la UNC también puede De-Registrar la estación móvil recibiendo una actualización, esto lo realizará enviando un mensaje de De-Registración (URR DEREGISTER) a la estación móvil.

En el caso de la actualización de registro iniciada por la UNC, como se muestra en la Figura 2.11, la UNC enviará a la estación móvil un mensaje de De-Redirección de registro (URR REGISTER REDIRECT), con la información de actualización relacionada con la información del sistema o estados de localización de servicios.

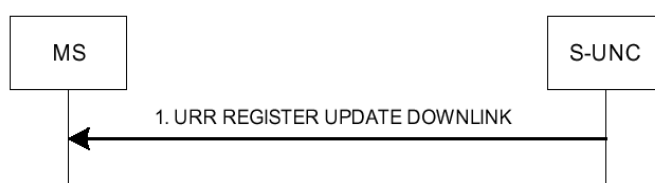


Figura 2.11: la Actualización del Registro Downlink

2.6.1.3 Keep Alive

El proceso de Keep Alive se realiza entre el par de entidades URR, para indicar que la estación móvil todavía está registrada a la UNC. Usando transmisiones periódicas de mensajes Keep Alive (URR KEEP ALIVE) a la UNC como se muestra en la Figura 2.12, la estación móvil determina que la UNC todavía está habilitada ²⁷.

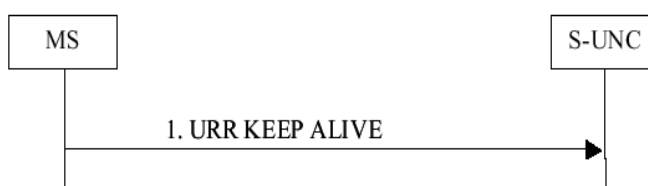


Figura 2.12: Mensaje Keep Alive enviado por la estación móvil

²⁷ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

2.6.2 MECANISMOS DE SEGURIDAD

La Red UMA, soporta mecanismos de seguridad en cuatro niveles como se describe en la Figura 2.13:

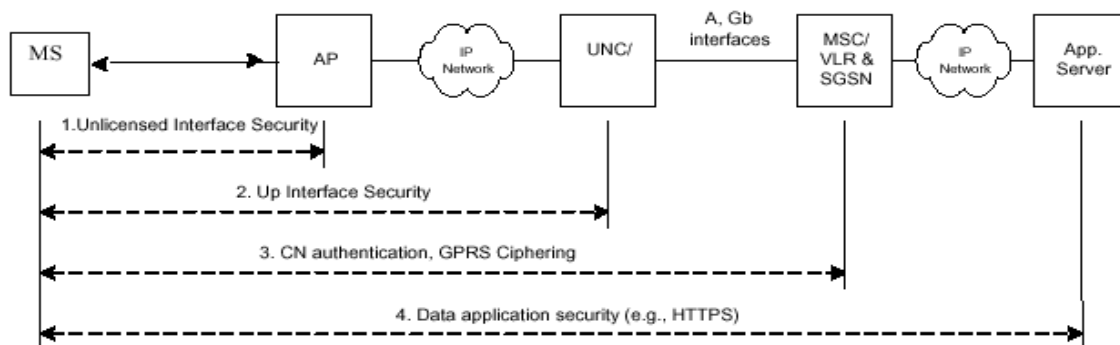


Figura 2.13: Mecanismos de seguridad UMA ²⁸

1. Los mecanismos de seguridad aplicados sobre el interfaz de radio sin licencia son funciones de autenticación y encriptación definidas por los protocolos de interfaz de radio sin licencia aplicados entre la estación móvil y el Access Point, como son WEP, WAP y IEEE 802.11i, con la finalidad de brindar seguridad al tráfico de voz, datos y señalización.
2. Otro nivel de seguridad que se presenta en la red UMA, son los mecanismos de autenticación y encriptación aplicados sobre el interfaz Up, para proteger el tráfico de señalización, voz y datos entre la estación móvil y la UNC. Estos mecanismos se detallan más adelante.
3. La Autenticación del abonado, es un mecanismo de seguridad realizado por la Red Central, el cual es realizado entre la MSC/VLR o SGSN y la estación móvil. Este mecanismo se implementa de forma transparente al UNC. También se da una encriptación al proceso de autenticación entre la estación móvil y la Red Central y la estación móvil y la UNC, con el objetivo de prevenir ataque de intrusos a la red UMAN en el transcurso de la transmisión. También se da un cifrado GPRS, el cual es un cifrado definido

²⁸ Mecanismos de Seguridad UMA sacada de la página Web de la organización UMAtechnology para el estándar de capa LLC que opera entre la estación móvil y la SGSN.

4. Adicionalmente, se aplican mecanismos de seguridad a nivel de aplicación que son empleados para seguridad en la comunicación de extremo a extremo entre la estación móvil y el servidor de aplicación o gateway. Por ejemplo, la estación móvil puede usar el protocolo HTTP sobre una sesión

SSL (Secure Sockets Layer) que brinde encriptación, obteniéndose así seguridad en el acceso a Web.

Todos estos mecanismos de seguridad excepto los descritos sobre el interfaz Up, están definidos para entornos que no están especificados por la tecnología UMA, por lo que no se consideran en este proyecto.

2.6.2.1 Mecanismo de Autenticación

El mecanismo de autenticación permite verificar la identidad del usuario y garantiza comprobar que es quien dice ser. La autenticación puede ser en un sentido dependiendo si se verifica la identidad del usuario que se asocia a la red y en doble sentido si a más de esto se verifica la identidad de la red a la cual se asocia el usuario.

En tal sentido, UMAN soporta autenticación bilateral para autenticar la estación móvil con la UNC y viceversa, para propósito de establecer un túnel seguro usando credenciales UMTS. La autenticación entre la MS y UNC se da usando EAP-AKA dentro de IKEv2.

Al mismo tiempo, la estación móvil, junto con el Gateway de Seguridad (SGW) del UNC, establecen una asociación segura con la finalidad de proteger el tráfico de señalización y tráfico de usuario (voz o datos). Con tal propósito, el protocolo para esta autenticación es IKEv2, y especifica claves públicas, las cuales deben ser usadas para autenticar el Gateway de Seguridad (SGW) de la UNC, y por otro lado EAP-AKA se encargará de la autenticación mutua y la generación de llaves (donde todos los credenciales de seguridad usados para la autenticación del abonado y de la red están en la USIM y serán ejecutados con EAP-AKA).

El proceso básico de estos mecanismos de autenticación son los siguientes ²⁹:

1. Una vez que la estación móvil ha establecido el enlace con el Access Point, determina el UNC-SGW para conectarse por medio de los procesos de descubrimiento y registración.
2. La estación móvil inicializa la conexión con la UNC-SGW inicializando el protocolo IKEv2 (para manejo de llaves) donde su función principal será el establecimiento y mantenimiento de una asociación de seguridad, ejecutando en este caso un intercambio de mensajes. El procedimiento EAP-AKA es inicializado como resultado de este intercambio de mensajes.
3. Con esto, el procedimiento EAP-AKA se ejecuta entre la estación móvil y el servidor AAA (el cual a su vez tiene acceso a la AuC/ HLR para obtener la información del suscriptor), con la finalidad de autenticar al suscriptor. El UNC-SGW actúa como relay para los mensajes EAP-AKA.
4. Cuando el procedimiento de EAP-AKA se ha completado con éxito, el procedimiento de IKEv2 puede continuarse a la realización y el cauce señalando entre MS y UNC-SGW es asegurado. El MS y UMAN pueden continuar entonces con el descubrimiento o procedimiento de la registración.

2.6.2.2 Encriptación

Es un mecanismo de confidencialidad especificado para UMAN, que permite garantizar la privacidad de la información, en donde solamente los usuarios autorizados deben ser capaces de leer la información que transcurra por esta red

²⁹ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

y nadie más. Con este objetivo, toda la señalización y tráfico de usuario sobre el interfaz Up son enviados a través de un túnel IPsec el cual es establecido como resultado del procedimiento de autenticación.

En general, como IPsec es un conjunto de protocolos bajo desarrollo por el IETF para soportar intercambio seguro de paquetes a nivel de la capa IP, puede soportar dos modos: IPsec en modo transporte, en donde se encripta solo los datos e IPsec en modo túnel, en donde se encripta el paquete completo. Considerando esto, la encriptación en la red UMA es implementado en modo túnel donde se encripta el paquete completo.

También se toma en cuenta que IPsec es utilizado en la red UMA como mecanismo de integridad, permitiendo de este modo prevenir la alteración no autorizada de la información. Con este objetivo, el protocolo específico que se implementa en la red UMA, es Encapsulating Security Payload (ESP), el cual brindará privacidad al tráfico de datos.

2.6.3 ROVE

Puede darse el caso que la estación móvil en modo de escucha, cambie repentinamente de celda, y se requiera que esta esté conectada siempre a la red. Por tal motivo la tecnología UMA utiliza el proceso de Rove, con la finalidad de mantener a la estación móvil en modo de escucha conectada siempre a la red, mientras esta se mueve entre una red Macro (GERAN o UTRAN) y UMAN o viceversa o entre UMANs, si así se requiere ³⁰.

2.6.3.1 Rove-in

Este proceso se realiza cuando la estación móvil se mueve de una red Macro a UMAN, para lo cual la estación móvil comenzará a dejar el acceso a la cobertura de GERAN o UTRAN y comenzará a entrar a la cobertura UMAN, para lo cual

³⁰ Página Web de la organización UMATECHNOLOGY (2004-10-08): <http://umatechnology.org/UMA%20Stage%20%20R1.0.1%20>

realizará los procedimientos de descubrimiento y registro con UMAN tal como se indica en el sub-capítulo 2.7.1.

Si la estación móvil realiza un registro exitoso con la UNC, conmutara a modo UMA donde la entidad de servicio UMA-RR será la que informe a la estación móvil, que recibió la información apropiada del sistema a través del registro con la UNC, para luego desactivar la entidad GSM-RR, deshabilitando todas sus funciones. El protocolo MM considerará la celda UMA como la nueva celda de servicio y de esta manera la estación móvil se encontrará lista para realizar cualquier proceso en este nuevo sistema.

2.6.3.2 Rove-out

Rove out, se da cuando la estación móvil se mueve de UMAN a una red Macro. En este caso, cuando la estación móvil comienza a salir de la cobertura UMA, para lo cual la estación móvil primero realiza el proceso de De-Registración con UMAN con la finalidad de indicar que está dejando la cobertura UMA. Una vez liberada de este sistema, la estación móvil cancelará el funcionamiento del protocolo UMA-RR y habilitará el funcionamiento del protocolo GSM-RR, y estará lista para realizar cualquier transacción dentro de esta nueva área de cobertura.

2.6.3.3 Rove UMA

Este proceso se da cuando la estación móvil se mueve en la misma UMAN o de UMAN a UMAN. Para el primer caso, el proceso de descubrimiento y registración no es necesario, pues los parámetros de registración se encuentran registrados en la misma red UMAN. Para el caso de Rove de UMAN a UMAN, se debe considerar el procedimiento de descubrimiento y registración pues los parámetros necesarios de la estación móvil para esta red se deben guardar en la nueva UNC de la red UMA con la cual va a trabajar. La diferencia con los otros tipos de Rove, es que no se cancela la funcionalidad del protocolo UMA-RR, y la funcionalidad del protocolo GSM-RR siempre se encontrará deshabilitado.

2.6.4 REALIZACIÓN DE UNA SESIÓN

Una vez que la estación móvil se encuentre debidamente registrada con una UNC, esta puede realizar una determinada sesión. El proceso de una sesión depende del tipo de transacción que se desee realizar: es decir, dependiendo si la comunicación va a estar orientada para tráfico de voz (para un sistema de conmutación de circuitos) u orientada para tráfico de datos (en un sistema de conmutación de paquetes).

2.6.4.1 Sesión de conmutación de circuitos (Llamada originada por el móvil)

Una vez que la estación móvil está registrada con una UNC particular, la estación móvil puede realizar una llamada, para lo cual realizará la siguiente secuencia de mensajes descritos en la Figura 2.14 ³¹:

1. Para originar una llamada la estación móvil envía un mensaje de requerimiento de servicio (*CM Service Request*) al Serving UNC en el protocolo UMA-RR, preparando de esta manera una nueva sesión RR bajo demanda del usuario.
2. A su vez, este mensaje es enviado entre la UNC a la Red Central a través de un establecimiento de una conexión SCCP.
3. Con esto la Core Network puede opcionalmente autenticar a la estación móvil usando los procedimientos de autenticación especificados por UTRAN ...
4. ... Luego puede actualizar los algoritmos de cifrado en el UNC usando el mensaje de modo de cifrado (*Cipher-Mode Command*).
5. Con esto, el UNC señala los posibles algoritmos de cifrados permitidos a la estación móvil, usando el mensaje de modo de cifrado en el protocolo URR.
6. Y la estación móvil señala los algoritmos de cifrado seleccionados por esta a la UNC.

³¹ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

7. La UNC señala los algoritmos de cifrado seleccionados por la estación móvil a la Red Central.

8. Con esto, la Red Central envía el mensaje de aceptación de servicio (*CM service accept*) a la estación móvil, aceptando su pedido de requerimiento.
9. La estación móvil envía el mensaje *Setup* a la Red Central el cual proporciona detalles de la llamada, como la capacidad de la portadora y el soporte de códigos.

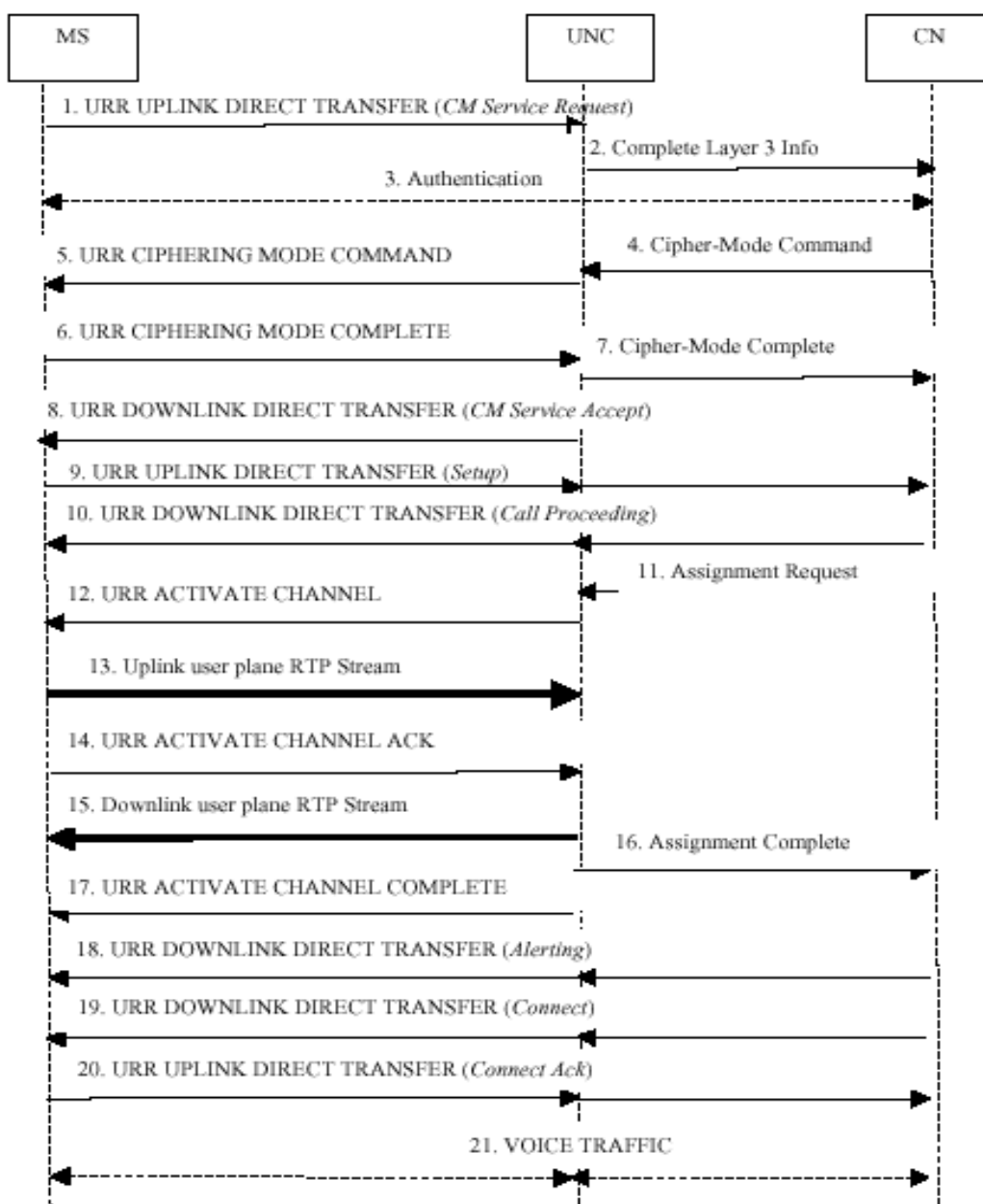


Figura 2.14: Llamada originada por la Estación Móvil

10. La Red Central indica a la estación móvil que ha recibido el mensaje *Setup* de la llamada y a partir de esto no aceptará información de establecimiento de llamadas adicionales.

11. A su vez, la Red Central le pide al UNC que asigne recursos a la llamada usando el mensaje *Assignment Request*.
12. Con esto, el UNC envía un mensaje a la estación móvil indicando que el canal está activado (URR ACTIVATE CHANNEL) incluyendo información como: Código de canales y el puerto UDP & la dirección IP para el enlace Up link.
13. De esta forma la estación móvil establece un camino RPT a la UNC, pero aún no comunica la llamada en el camino de audio.
14. Luego la estación móvil envía un mensaje de acuse de recibo positivo del canal activo al UNC, indicando el puerto UDP y dirección IP para el enlace downlink.
15. Así, la UNC establece el camino RTP con la estación móvil y de esta manera la UNC puede enviar paquetes idle RTP/UDP a la estación móvil.
16. Al mismo tiempo, el UNC señala a la Red Central que los recursos de la llamada han sido asignados, enviando un mensaje indicando que la asignación de canal ha sido completada (*Assignment Complete*).
17. A partir de entonces se establece un camino de extremo a extremo entre la estación móvil y la Red Central.
18. Con esto, la Red Central señala el timbrado de la llamada telefónica, a la estación móvil mediante el mensaje *Alerting*.
19. A su vez, la Red Central señala que la llamada es respondida, mediante el mensaje *Connect*.
20. Si la estación móvil contesta, el timbrado para de sonar y envía un mensaje de acuse de recibo (*Connect ACK*) confirmando que ha respondido a la llamada, y desde ese momento las dos partes se conectan para la llamada de voz.
21. Desde este punto, se producirán Flujos de tráfico de voz Bi-direccionales.

2.6.4.2 Sesión de conmutación de paquetes (Tráfico de datos, SMS y señalización)

2.6.4.2.1 Transporte de Datos

Para una sesión basada en conmutación de paquetes (transferencia de datos), UMA utiliza el protocolo UMA-RLC (URLC). Para la transferencia de datos se establecen procedimientos de gestión de un canal de transporte URLC, los cuales son procedimientos básicos especificados para facilitar el control de la conexión URLC para la transferencia de datos de usuario. El protocolo especificado para la transferencia de tráfico de datos entre la estación móvil y la UNC es el protocolo UDP, el cual está basado en la conexión URLC referido a un canal de transporte URLC ³².

A través del canal de transporte URLC, la estación móvil y la UNC podrán realizar lo siguiente:

- La estación móvil se informará de la dirección IP de destino, el puerto UDP de destino y el valor del Timer del canal URLC, para ser usado como destino de los datos relacionados con GPRS.
- La UNC se informará de la dirección de destino del puerto UDP para ser usado para la transferencia de datos GPRS para una estación móvil específica.

Bajo este esquema, la estación móvil o la UNC activarán un canal de transporte únicamente cuando se necesite; es decir, solo cuando se requiera la transferencia de datos (por lo que la facturación es por volumen de datos) y esto sucede pues el protocolo URLC puede estar en dos estados diferentes: Estado Standby (URLC-STANDBY) o Estado Activo (URLC-ACTIVE).

Considerando esto, tanto el estado del protocolo URLC y el correspondiente canal

³² Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

de transporte están siempre sincronizados, y esto se realiza porque en el Estado Standby (URLC-STANDBY) no se encuentra habilitado ningún canal de transporte por lo que la estación móvil no es capaz de enviar ni recibir datos GPRS a y desde

la UNC. Si la estación móvil necesita enviar o recibir datos GPRS a y desde la UNC, la UNC o la estación móvil necesitan activar un canal de transporte URLC antes de enviar datos. Cuando el canal de transporte URLC está activado, la estación móvil entra al Estado Activo (URLC-ACTIVE), estado en el cual existe transferencia de datos.

Ahora bien, la transición entre un Estado Activo (URLC-ACTIVE) a un Estado Standby (URLC-STANDBY) se controla a través de un timer de canal URLC, el cual está definido por el protocolo URLC de la estación móvil. El protocolo URLC de la estación móvil implementa un timer que empieza cuando la estación móvil define un canal de transporte, entrando de esta manera al Estado Activo (URLC-ACTIVE). Este timer expirará cada vez que se transmita o reciba una unidad de paquete LLC nula, y cuando esto suceda la estación móvil desactivará el canal de transporte URLC y el protocolo URLC de la estación móvil entrará al Estado Standby (URLC-STANDBY).

Si la estación móvil activa un canal de transporte URLC, implicará que puede realizar una transacción de datos, caso en el cual, la secuencia de mensajes mostrada en la Figura 2.15 se realizará.

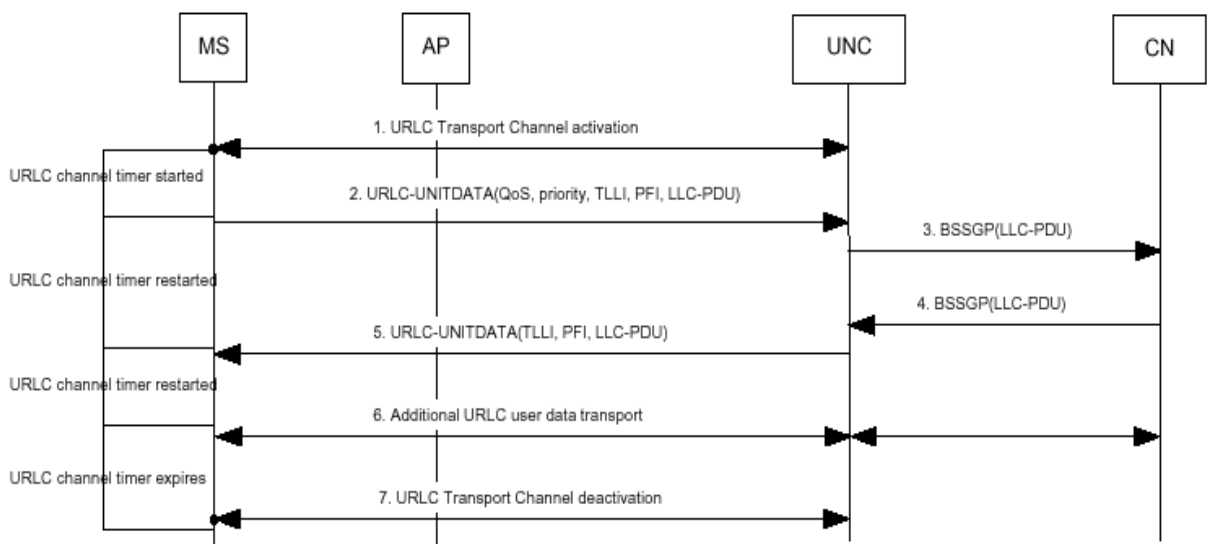


Figura 2.15: Transporte de datos de usuario.

1. Al activar un canal de transporte URLC, la estación móvil entra a un Estado Activo (URLC-ACTIVE), al mismo tiempo que activa un timer de canal URLC.

2. La estación móvil encapsula la unidad de paquetes de datos LLC dentro del mensaje URLC-UNITDATA en el enlace Uplink, el cual es enviado a la UNC. Desde este momento la estación móvil comienza a restar el valor del timer.
3. La UNC envía la unidad de paquetes de datos LLC a la Red Central, por el protocolo BSSGP especificado para estándares UTRAN, a través del interfaz lu-PS.
4. La Red Central envía la unidad de paquetes de datos LLC en dowlink que contiene datos de usuario GPRS, a través del interfaz lu-PS.
5. Asumiendo que el correspondiente canal de transporte URLC está activado, la UNC envía la unidad de paquetes de datos LLC a la estación móvil, encapsulados en el mensaje URLC-UNITDATA. Después de recibir este mensaje la estación móvil resta nuevamente el timer.
6. La transferencia de datos especificada en los pasos 2 al 5, pueden ser procesadas cuantas veces sean necesarias mientras el canal de transporte esté activado.
7. Cuando el timer expire, el canal de transporte URLC correspondiente a la comunicación se desactiva.

2.6.4.2.2 Transporte de Señalización GPRS y mensajes SMS

Para el transporte de mensajes SMS y señalización GPRS, UMA utiliza el protocolo TCP estableciendo una sola sesión para este envío. A través de esta sesión se establece el transporte de señalización GPRS y mensajes SMS mediante la secuencia de mensajes mostrados en la Figura 2.16³³.

³³ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

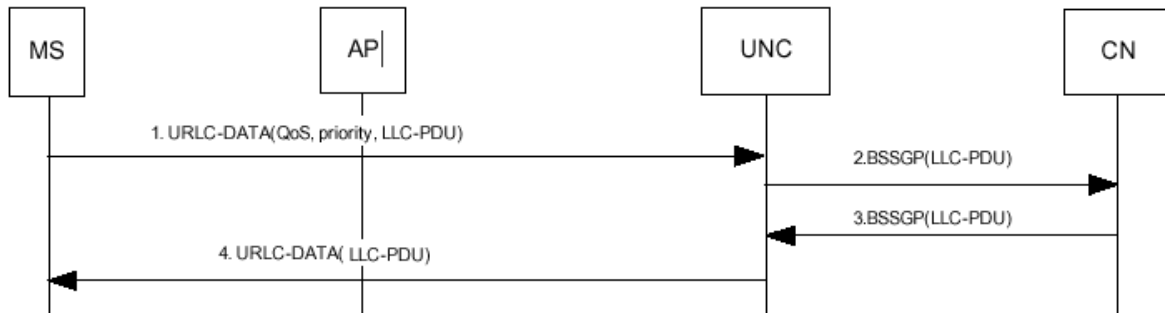


Figure 2.16: Transporte de señalización GPRS y SMS

1. Cuando el protocolo URLC de la estación móvil recibe un requerimiento de la capa LLC para transferir un mensaje de señalización GMM/SM o un mensaje SMS, el protocolo URLC encapsula la unidad de paquetes de datos LLC dentro de un mensaje URLC-DATA el cual es enviado a la UNC.
2. La UNC envía este mensaje a la Red Central.
3. La Red Central contesta a la UNC que los mensajes de señalización GPRS y SMS han sido recibidos.
4. La UNC encapsula la unidad de paquete de datos LLC dentro de un mensaje URLC-DATA el cual es enviado a la estación móvil a través de la conexión TCP.

2.6.5 HANDOVER

Puede darse el caso de que la estación móvil, en un estado de sesión (comunicación Voz o datos), se cambie repentinamente de una celda a otra, y se requiera una continuidad en la comunicación. Para este caso, la tecnología UMA utiliza el proceso de Handover con la finalidad de mantener a la estación móvil conectada a la red y sin interrumpir su comunicación, realizando la acción de cambio de canal para continuar con una comunicación en curso, manteniendo la calidad del enlace, minimizando la interferencia Co-canal y gestionando la distribución del tráfico hacia una celda adyacente.

La decisión de cambio es realizada por la estación móvil mediante la toma de medidas de potencia y de calidad del enlace entre las celdas involucradas en el

proceso de cambio, y esa información es intercambiada para que se de el proceso de Handover entre una celda y otra. Dependiendo entre que celdas se cambie la estación móvil a continuación se presentan los siguientes tipos de Handover.

2.6.5.1 Handover de UTRAN a UMAN

Este handover se realiza cuando la estación móvil se mueve de UTRAN a UMAN. Este proceso hace uso de un número de canal de Radio Frecuencia Asociado (ARFCN) y los parámetros de código de identidad de la estación base (BSIC) para identificar la celda UMA designada.

Este ARFCN/BSIC es indicado a la estación móvil por la UNC durante la Registración UMAN, por lo que antes de realizar el proceso de Handover la estación móvil detecta la cobertura de UMA y se registra con UMAN, y a continuación se realiza la secuencia de mensajes detallada en la Figura 2.17 ³⁴:

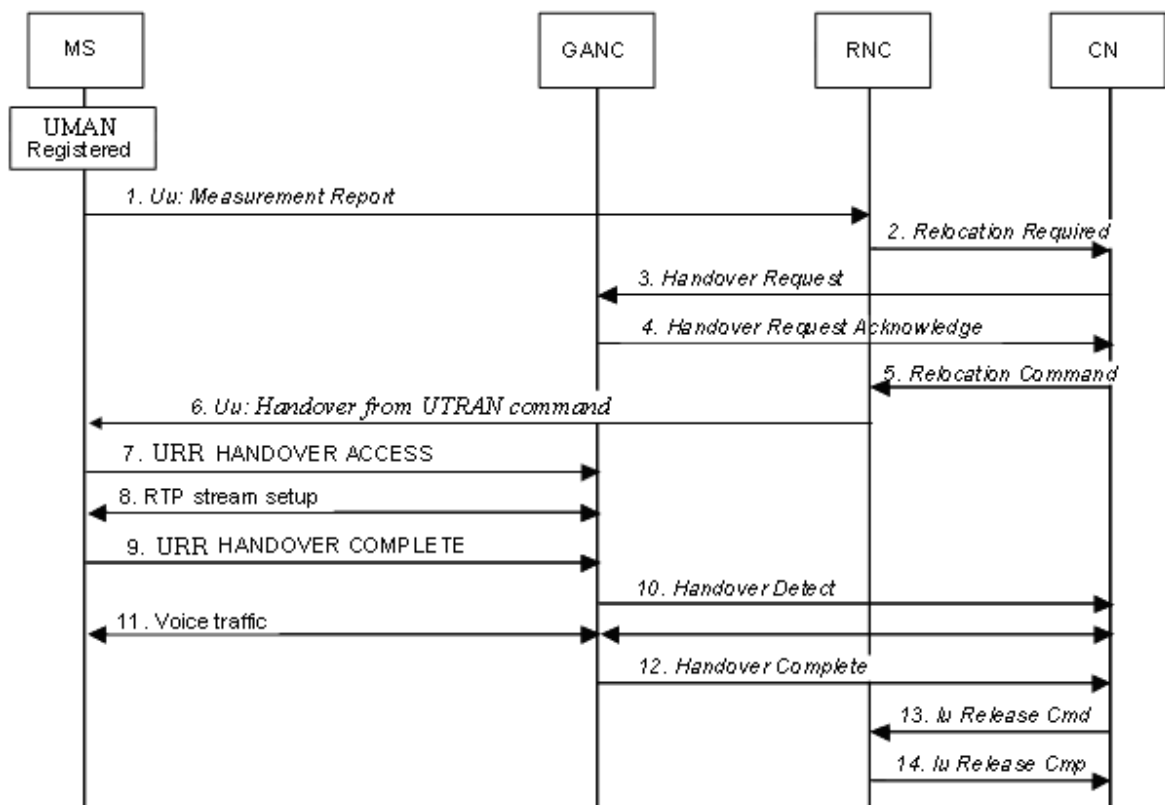


Figura 2.17: Handover de UTRAN a UMAN

³⁴ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

1. La estación móvil reporta información del nivel más alto de señal para la celda UMA {ARFCN, BSIC} en el mensaje *Measurement Report* a UTRAN.
2. Basado en esta medida, la RNC decide realizar handover a la celda UMA, usando una tabla interna de {ARFCN, BSIC} a CGI, y luego informa de esto a la Red Central.
3. A su vez la Red Central informa de esto a la UNC para localizar recursos para realizar el handover.
4. La UNC reconociendo la solicitud de handover, provee un mensaje (*Handover Request Acknowledge*) a la Red Central que indica el canal de radio a la que la estación móvil debe ser encaminada.
5. La Red Central envía el mensaje *Relocation Command* a la RNC, complementando la preparación de Handover.
6. A su vez la RNC envía esta información a la estación móvil para iniciar el handover a UMAN, el cual incluye información acerca de UMAN como el BCCH ARFC, código color PLMN y BSIC. Con esto, la estación móvil aún no conmuta un camino de audio de UTRAN a UMAN hasta completar el handover, por lo que mantiene una interrupción de audio enviando el mensaje URR HANDOVER COMPLETE.
7. La estación móvil accede al UNC usando el mensaje URR HANDOVER ACCESS, y a su vez recibe el mensaje HANDOVER COMAND desde RNC.
8. El UNC establece el camino con la estación móvil, usando los pasos 11-17 indicados en el procedimiento de llamada del móvil.
9. Luego, la estación móvil transmite un mensaje de completación (URR HANDOVER COMPLETE) a la UNC para indicar la completación del proceso de handover en esa terminación.
10. Con esto, el UNC a la Red Central que ha detectado la estación móvil, usando el mensaje *Handover Detect*, el cual conmuta al usuario de UTRAN a UMAN.
11. Con esto, el tráfico de voz fluye entre la estación móvil y la Red Central, a través del UNC.

- 12.El UNC indica que el proceso de handover se ha completado, usando el mensaje *Handover Complete*.
- 13.Finalmente, la Red Central deshabilita la conexión con UTRAN, usando el mensaje *Iu Release Command*.
- 14.De este modo UTRAN confirma la liberación de sus recursos localizados para esta llamada, usando el mensaje *Iu Release Complete*.

2.6.5.2 Handover de UMAN a UTRAN

Este proceso de Handover se efectúa cuando la estación móvil se mueve de UMAN a UTRAN, y se realiza la secuencia de mensajes mostrados en la Figura 2.18 ³⁵.

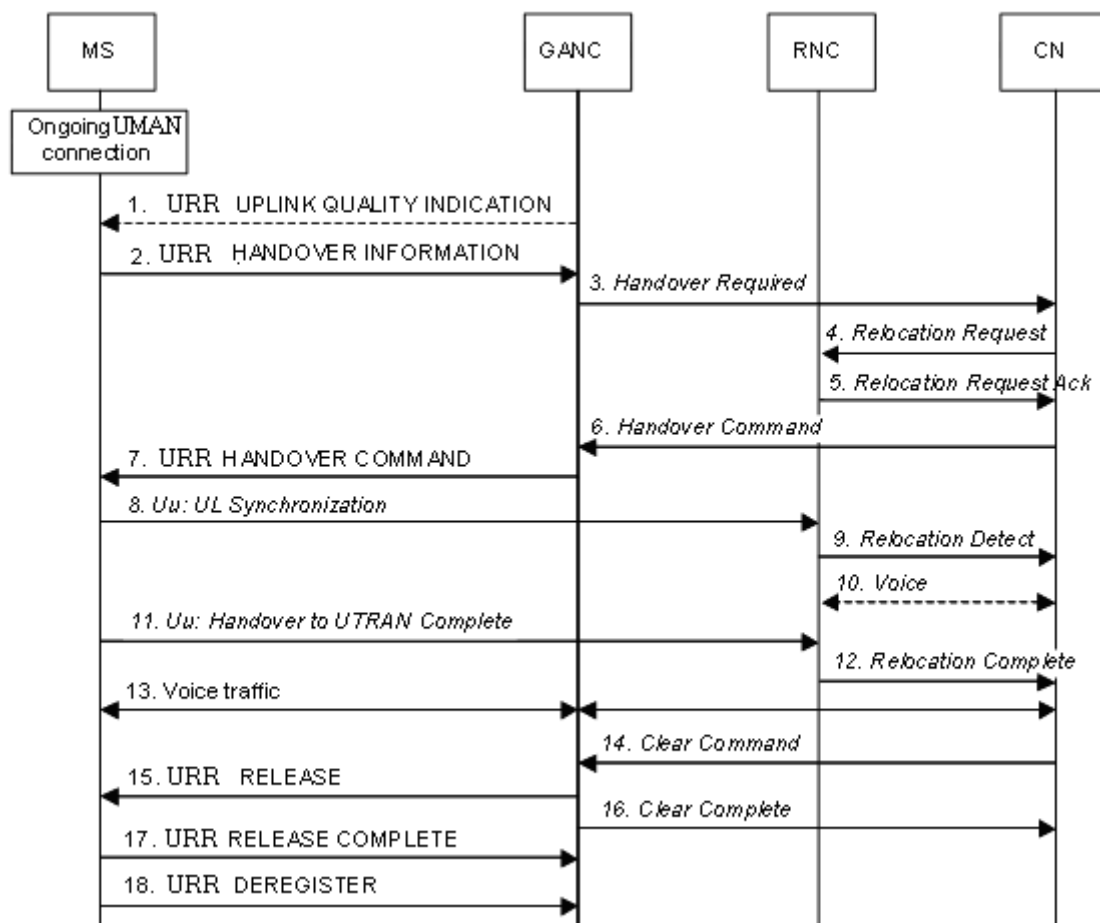


Figura 2.18: Handover de UMAN a UTRAN

³⁵ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

1. La UNC puede enviar un mensaje (URR UPLINK QUALITY INDICATION) indicando la calidad del enlace, basado en un criterio de medición de potencia realizada por la estación móvil.
2. La estación móvil envía un mensaje de requerimiento de Handover (URR HANDOVER REQUIRED) al UNC, indicando el modo de canal y una lista de celdas UTRAN, de preferencia para el handover. La celda UTRAN será identificada por la PLMN ID, LAC y la identidad de celda.
3. Con esto, la UNC comienza la preparación del handover indicando a la Red Central la necesidad de realizar el handover, usando el mensaje de requerimiento de Handover (*Handover Required*), que incluye la lista de celdas UTRAN proveídas por la estación móvil.
4. Así la Red Central selecciona una celda UTRAN y solicita a una RNS que localice los recursos necesarios, usando el mensaje de requerimiento de Handover (*Handover Request*).
5. Con esto, UTRAN construye un mensaje (*Handover to UTRAN Command*) proveyendo información de sus recursos a la Red Central a través del mensaje de reconocimiento de Handover (*Relocation Request Acknowledge*).
6. La Red Central señala al UNC la necesidad de handover a UTRAN, usando el mensaje de comando de Handover (*Handover Command*), terminando así la preparación del handover.
7. Con esto, la UNC transmite este mensaje a la estación móvil incluyendo detalles enviados por UTRAN de los recursos localizados.
8. La RNS logra la sincronización uplink en la interfaz Uu.
9. UTRAN confirma la detección de handover a la Core Network, usando el mensaje (*Relocation Detect*).
10. La Red Central en este punto puede conmutar el usuario a la RNS.
11. La estación móvil señala a UTRAN que el handover ha sido completado, usando el mensaje de completación de Handover (*Handover to UTRAN Complete*).
12. UTRAN confirma a la Red Central de esto a través del mensaje (*Relocation Complete*). Si la MS no se ha conmutado en el paso 10, la CN le conmuta a una RNC.

13. De esta forma, el tráfico de voz fluye entre la estación móvil y la Red Central, a través de UTRAN.
14. Recibiendo la confirmación de la completación del handover, la Red Central indica a la UNC que libere los recursos localizados en la estación móvil a través del mensaje (*Clear Command*).
15. De esta forma el UNC obliga a la estación móvil que libere sus recursos relacionados a UMA a través del mensaje URR RELEASE.
16. De esto, la UNC confirma a la Red Central usando el mensaje de limpieza completado (*Clear Complete*).
17. La estación móvil confirma los recursos liberados a la UNC usando el mensaje de descarga completado (URR RR RELEASE COMPLETE).
18. La estación móvil puede finalmente cancelar el registro con la UNC, usando el mensaje de De-Registración (URR DEREGISTER).

2.7 SERVICIOS EN UMA

Los servicios soportados a través de la Red UMA, son todos los servicios de telecomunicaciones que soportan las redes de segunda generación GSM, de 2.5G GPRS y EDGE y los servicios de las redes de tercera generación UMTS.

Con estos antecedentes, y considerando que los servicios que soportan las redes de tercera generación UMTS engloban a todos los servicios prestados a través de sus redes antecesoras (GSM/GPRS/EDGE) se menciona a continuación los servicios UMTS que tienen soporte a través de UMAN ³⁶.

1. Acceso Móvil a Internet e Intranet móviles
2. Servicios basados en contenidos
3. Servicio de Mensajes Cortos (Short Message Service, SMS)
4. Mensajes Multimedia
5. Servicios basados en la localización
6. Servicios de voz ricos y simples
7. Servicios Suplementarios (Ejemplo: Caller ID, voicemail, 3-way conference)

³⁶ Especificación Técnica 3GPP TS43318 v 6.8.0 (2006-11): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/43318-680/>

2.7.1 SERVICIO DE ACCESO MÓVIL A INTERNET E INTRANET MÓVILES

Se encuentran relacionados a las comunicaciones móviles con un acceso rápido a Internet que permiten la navegación completa, el envío de e-mails, transferencia de archivos, etc. Esto es lo que se denomina el **Internet Móvil**, una de las aplicaciones donde el usuario podrá navegar en Internet con las mismas características que lo hace la red fija, pero a mayor velocidad.

La misma idea se tiene para el servicio de acceso a **Intranets Móviles**, con la diferencia de que estas redes no van a ser públicas, sino que habrá alguna forma de restricción para el ingreso.

2.7.2 SERVICIOS BASADOS EN CONTENIDOS

La movilidad no es la única característica beneficiosa de las redes móviles, sino que además permite asociar cada uno de los terminales con una persona y no con un lugar, como es el caso de las redes fijas. Además, las redes conocen la ubicación permanente de la persona. Se pueden aprovechar estas características para entregar información de diferente tipo, que sean de interés para el usuario. Por ejemplo, cuando el usuario se encuentra en un determinado punto de la ciudad, recibe información de todos los lugares importantes que se hallan cerca de su ubicación, escoge algo que le interese en particular y recibe toda la información acerca de esa selección.

Otro ejemplo de este tipo de servicio puede ser que el usuario, en su Terminal, tendrá la información para descargar requerimientos de su interés desde la red móvil, como: canciones, video clips, etc. Se debe considerar que este tipo de servicio es diferente al acceso móvil a Internet, ya que aquí se descarga información de la red móvil.

2.7.3 SERVICIOS DE MENSAJES CORTOS (Short Message Service, SMS)

Son provistos exclusivamente para transmisión de información en formato de texto. UMA proporciona el servicio de mensajes cortos, tanto para conmutación de circuitos (basado en GSM) y conmutación de paquetes (basado en GPRS). La estación móvil registrada en UMA, y habilitada con GPRS, podrán enviar y recibir mensajes SMS en GSM y GPRS mediante la red UMA.

2.7.4 SERVICIOS DE MENSAJES MULTIMEDIA (Multimedia Messaging Service, MMS)

Se halla relacionado con el servicio de mensajes cortos ofrecidos en la tecnología de segunda generación. En éste se aprovecha la característica de relación de un Terminal con un usuario para enviar mensajes de interés para la persona, además se halla enriquecido por imágenes y video que hacen más atractivo la presentación del usuario, pero es necesario considerar que el envío de estos mensajes no es en tiempo real.

Con las ayudas multimedia, se podrán recibir en el Terminal reporte multimedia de noticias, horóscopos, clima, chistes, lista de vuelos del aeropuerto, resultados deportivos, lista de películas en la televisión y el cine; con audio y video que garantizarán satisfacción al usuario.

2.7.5 SERVICIOS BASADOS EN LA LOCALIZACIÓN

Aprovechan la característica beneficiosa de la red móvil, el conocimiento en forma continua de la ubicación del Terminal para que, dependiendo de este factor se le envíe la información de interés. Esta información puede ser dada por el administrador de la red o por un proveedor de servicios y el usuario puede acceder a la información si desea, o la información puede estar siempre presente para ser detectada por el Terminal.

2.7.6 SERVICIOS DE VOZ RICOS Y SIMPLES

La voz seguirá siendo uno de los principales servicios que se desean brindar en los sistemas móviles, pero además se aprovecha la alta capacidad de datos que se pueden cursar en la red para enriquecer la conversación con videoteléfono (servicio de voz rico) o simplemente hacer uso del tradicional servicio de voz (servicio de voz simple). Dentro de este servicio también se halla incluida la transmisión de voz sobre IP (VoIP) y la realización de llamadas por medio de internet.

2.7.7 SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

Es un servicio que modifica o suplementa un servicio básico, por lo que aparece solamente cuando existe este servicio básico y no puede ser ofrecido como un servicio stand-alone. Por ejemplo, en un servicio básico como la realización de una llamada, se puede implementar el servicio suplementario de llamada en espera.

Este es el esquema general de funcionamiento que presenta la tecnología UMA en aplicación sobre las redes GSM, GPRS y principalmente UMTS, para acceder a todos sus servicios. Sin embargo, si bien es cierto la tecnología UMA por sus características podría influir con su aplicación sobre las redes celulares del Ecuador, es importante preguntarnos, ¿Hay la posibilidad de que la tecnología UMA aparezca en el Ecuador? En los factores involucrados para encontrar su posibilidad de implementación, ¿se hallarán características que justifique su aparición? En los siguientes tres capítulos, se examinará el marco técnico, legal y de comparación de costos de equipos a partir del estudio realizado por los dos anteriores capítulos, con la finalidad de encontrar la factibilidad de conectar la redes inalámbricas WLAN (IEEE 802.11) sobre las redes de tercera generación UMTS mediante el uso de la tecnología UMA.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA CONEXIÓN DE REDES INALÁMBRICAS IEEE 802.11 SOBRE REDES CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN UMTS

3.1. INTRODUCCIÓN

El estudio realizado en el Capítulo 2 sobre la tecnología UMA permite conocer los servicios que ofrecen las redes GSM, GPRS y UMTS, a través de la tecnología de red inalámbrica WLAN (IEEE802.11). Pero, cabe preguntarse ¿Será posible implementar esta tecnología en el Ecuador? Para responder a esta pregunta, como primera instancia se realiza un estudio desde el punto de vista técnico, en el cual se debe considerar que, si bien es cierto, como se estudió en el Capítulo 1, la tecnología de red inalámbrica WLAN (IEEE 802.11) está regulada por los organismos de telecomunicaciones pertinentes los cuales permiten la operación de los estándares IEEE 802.11a, IEEE 802.11b (Wi-Fi) y IEEE 802.11g, no se puede decir lo mismo de la tecnología UMTS, pues esta tecnología de red aún no esta implementada en el Ecuador.

Haciendo un resumen sobre los sistemas celulares que operan actualmente en el Ecuador, se sabe que son tecnologías implementadas por las operadoras CONECEL S.A. (PORTA), OTECEL S.A. (MOVISTAR) y TELECSA S.A. (ALEGRO PCS), las cuales prestan sus servicios a través de dos plataformas tecnológicas, como son: Tecnología americana (TDMA, CDMA “CDMA2000 1XRTT, CDMA 2000 1xEV-DO”) y Tecnología europea (GSM, GPRS y EDGE).

Por otro lado, en lo que concierne a la implementación de la tecnología de red inalámbrica WLAN (IEEE 802.11), no se encuentra ningún inconveniente desde el punto de vista técnico, y pues su operación es permitida en nuestro país. Pero,

que ocurre con la implementación sobre las redes celulares de tercera generación (3G) UMTS, pues éstas aún no están implementadas en el Ecuador.

Para contestar estas interrogantes, este capítulo se centrará fundamentalmente en un estudio técnico que determine en primera instancia, la posibilidad de migrar a las redes de tercera generación (3G) UMTS a partir del estudio realizado de las tecnologías celulares actuales en el Ecuador. Luego se estudia la posibilidad técnica de conectar las redes WLAN (IEEE 802.11) sobre las redes celulares de tercera generación (3G) UMTS mediante el uso de la tecnología UMA.

3.2 MIGRACIÓN A UMTS A PARTIR DE LOS ACTUALES SISTEMAS CELULARES EN EL ECUADOR

La migración que se podría realizar en el Ecuador hacia los sistemas celulares de tercera generación 3G UMTS, dependerá de las tecnologías que permitan su transición. Dichas tecnologías fueron presentadas en el Capítulo 1, en donde aparecen dos plataformas de sistemas celulares, siendo estas:

- Plataforma Americana
- Plataforma Europea

A partir de estas dos plataformas implementadas actualmente por las operadoras del Ecuador, se estudia la manera de implementar las redes de tercera generación (3G) UMTS desde un punto de vista general, a través de la presentación de las arquitecturas de las redes celulares actuales involucradas en dicha transición.

Cabe mencionar que para este estudio se tomará en cuenta las arquitecturas a través de un modelo de red que permita observar los bloques funcionales y las interfaces de dicha red.

3.2.1 MIGRACIÓN A UMTS A PARTIR DE LA PLATAFORMA AMERICANA

Actualmente, tanto las operadoras ALEGRO PCS y MOVISTAR prestan sus servicios a través de redes implementadas con tecnología americana, las cuales son:

- **ALEGRO PCS** (CDMA2000 1x y CDMA2000 1xEV-DO)
- **MOVISTAR** (TDMA y CDMA2000 1x)

Se debe mencionar que el apareamiento del sistema UMTS a partir de estas tecnologías no se realizará directamente, puesto que UMTS es una tecnología definida para estándares europeos, por lo que las operadoras que solo cuenten con la plataforma americana y decidan implementar UMTS, deben implementar una nueva red GSM que opere en paralelo a las tecnologías americanas, hasta llegar al sistema UMTS, o bien implementar directamente UMTS.

En el caso del Ecuador, TELECSA S.A. (ALEGRO PCS) es la única operadora que cuentan con tecnologías americanas definidas con CDMA2000 1x y CDMA2000 1xEV-DO, y si esta operadora decide implementar UMTS junto a su plataforma americana deberá implementar la plataforma europea que opere en paralelo a su actual plataforma. Pero al seguir este camino, la operadora encontraría un gran inconveniente que es, el desafío y el costo de utilizar una red separada para efectuar la transición hacia 3G UMTS.

Ahora bien, la migración a UMTS a partir de TDMA tampoco es directa, pero en este caso, las operadoras que todavía cuentan con esta tecnología, como son CONECEL S.A. (PORTA), OTECEL S.A. (MOVISTAR) ya tienen implementado redes GSM/GPRS/EDGE que operan en paralelo a sus redes TDMA, y su migración a partir de estas será UMTS.

Con estos detalles, a continuación se presenta los pasos a nivel del sistema de la arquitectura europea, que las operadoras podrían implementar hasta llegar al sistema UMTS.

3.2.2 MIGRACIÓN A UMTS A PARTIR DE LA PLATAFORMA EUROPEA

La plataforma Europea que actualmente opera en el Ecuador está conformado por las siguientes tecnologías:

- Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile communications, **GSM**)

- **GPRS** (General Packet Radio Service)

- Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM (Enhanced Data rates for GSM Evolution, **EDGE**)

Estas tecnologías presentan la siguiente arquitectura.

3.2.2.1 Arquitectura de Red GSM

Actualmente las operadoras de nuestro país que emplean el sistema GSM, forman una red de conmutación de circuitos que incorpora tres subsistemas, los cuales se muestran en la Figura 3.1:

1. Sub Sistema de Estación Base (Base Station Subsystem, BSS)

2. Sub Sistema de Red (Network Sub System, NSS)

3. Sub sistema de Operación (Operations Sub System, OSS)

3.2.2.1.1 Sub Sistema de Estación Base (Base Station Subsystem, BSS)

El Sub sistema de Estación Base (Base Station Subsystem, BSS), es la Red de Acceso a la Red Central de GSM (NSS). El BSS realiza la asignación y liberación

de recursos de radio, para permitir la comunicación con estaciones móviles en una cierta área. Un BSS está compuesto de un controlador de estación base (Base Station Controller, BSC), que efectúa la gestión de los recursos de radio y una o varias estaciones transceptoras base (Base Transceiver Station, BTS), que realizan las funciones a nivel físico (radio) ³⁷.

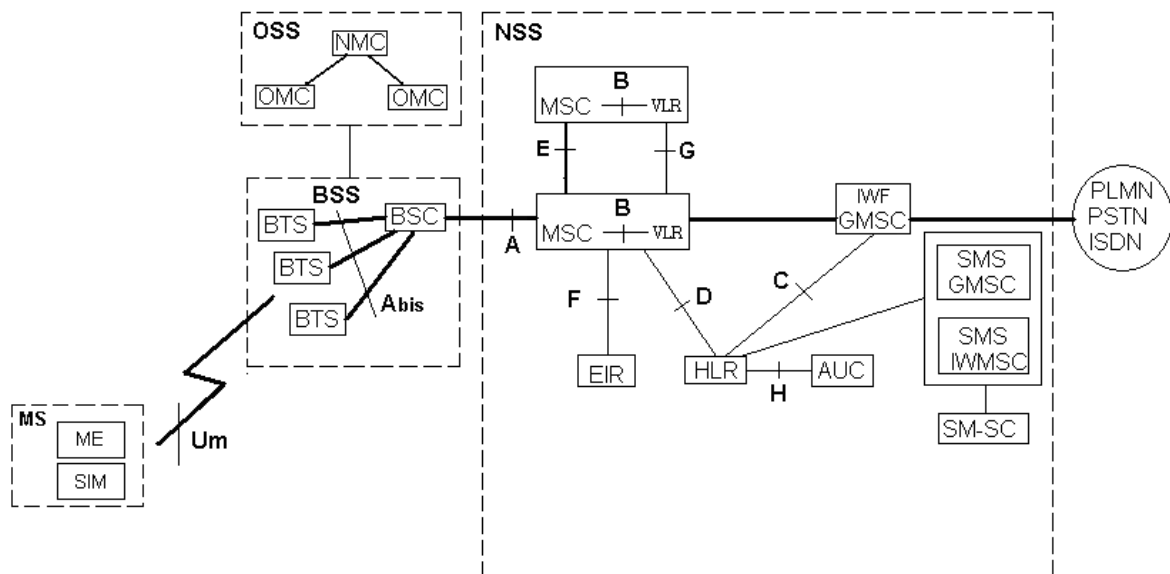


Figura 3.1: Arquitectura de Red GSM

3.2.2.1.2 Sub Sistema de Red (Network Sub System, NSS)

El sub sistema de red (Network Sub System, NSS) está constituido por varios elementos, los cuales se detallan a continuación:

➤ Central de Conmutación de Móvil (Mobile Switching Centre, MSC)

El MSC, es una central que realiza todas las funciones de señalización y conmutación requeridas para el manejo de los servicios de conmutación de circuitos hacia y desde las estaciones móviles localizadas en una determinada área geográfica. La principal diferencia con una central de una red fija, es que incorpora funciones para la gestión de la movilidad así como los procedimientos para el registro de posición y para el handover, los cuales están normalmente asociados al Visitor Location Register (VLR). El MSC se conecta a la red de acceso GSM, formada por uno o varios BSSs, a través de la interfaz A. Un núcleo de red (CN) puede estar constituida por uno o varios MSCs ³⁸.

^{37, 38} Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Páginas 12, 16, y 19.

➤ ***Registro de Posición de Visitantes (Visitor Location Register, VLR)***

Es una base de datos que contiene un subsistema de los datos relativos al perfil del usuario que está internamente contenido en el Home Location Register (HLR); y también contiene datos del control de movilidad de los usuarios activos en el área de localización que éste controla ³⁹.

➤ ***Registro de Posición Base (Home Location Register, HLR)***

Es una base de datos que contiene en forma permanente el perfil del usuario y la localización del mismo. El HLR almacena información de suscripciones y datos de ubicación que permite la tasación y encaminamiento de llamadas/mensajes hacia el MSC/SGSN donde se ha registrado la estación móvil. Una Red Móvil Terrestre Pública (Public Land Mobile Network, PLMN) puede contener uno o varios HLRs ⁴⁰.

➤ ***Centro de Autenticación (Authentication Center, AuC)***

El AuC, contiene una base de datos que mantiene los datos de cada abonado móvil para permitir la identificación internacional de abonados móviles (IMSI) para poder realizar la autenticación del abonado y para poder cifrar la comunicación por el camino radio entre la estación móvil y la red ⁴¹.

➤ ***SMS-InterWorking MSC (SMS-IWMSC) y SMS-Gateway MSC (SMS-GMSC)***

Estos elementos están dedicados al servicio de Mensajes Cortos (Short Message) y es por esto que están conectados al Short Message - Service Center (SM-SC). Por un lado el SMS Gateway MSC (SMS-GMSC) actúa como un interfaz entre el centro de servicio de mensajes cortos (Short Message Service Centre, SM-SC) y la PLMN, para permitir entregar los mensajes cortos a las estaciones móviles del Centro de Servicio (SM-SC), y por otro está el SMS Interworking MSC que actúa como un interfaz entre la PLMN y el centro de servicio de mensajes cortos (Short

Message Service Centre, SM-SC), para recibir la información de los mensajes cortos de las Estaciones Móviles al Centro de Servicio (SM-SC) ⁴².

^{39, 40, 41, 42} Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Páginas 13, 14 y 15.

➤ ***Central de Conmutación de Móviles Pasarela (Gateway MSC, GMSC)***

Conecta a la red móvil con otras redes a través de otros Operadores (redes externas). En el caso de llamadas entrantes a una PLMN, la llamada es encaminada hacia un MSC si la red fija no es capaz de interrogar a un HLR. Este MSC interroga el HLR apropiado y entonces encamina la llamada al MSC donde esté la estación móvil llamada ⁴³.

➤ ***Función de Interfuncionamiento (Interworking Function, IWF)***

La IWF es una entidad funcional asociada con el MSC y proporciona la funcionalidad necesaria para permitir la operación entre una PLMN y las redes fijas (por ejemplo: ISDN, PSTN, PDN). Las funciones de la IWF dependen de los servicios y el tipo de red fija. La IWF se encarga de convertir los protocolos usados en la PLMN a los usados en la red fija utilizada ⁴⁴.

➤ ***Registro de Identidad de Equipos (Equipment Identity Register, EIR)***

El EIR, contiene una base de datos que mantiene los identificadores internacionales de equipos móviles (Internacional Mobile Equipment Identity, IMEI) para controlar el acceso a la red de los equipos móviles. En el sistema GSM comprueba la validez del IMEI para ciertos servicios GSM. En el EIR hay tres listas de equipos ⁴⁵:

1. **Lista Blanca:** Contiene las identidades de los equipos autorizados para acceso al servicio.
2. **Lista negra:** Contiene las identidades de los equipos que tienen prohibido el acceso (equipos robados o utilizados de forma ilegal).

3. **Lista Gris:** Contiene las identidades de los equipos en observación, por ejemplo, aquellos en los que se ha detectado algún tipo de fallo.

^{43, 44, 45} Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Páginas 15 y 17.

- ***Service Control Point (SCP) y Service Selection Point (SSP)***

Contienen las funciones de Red inteligente; tales funciones pueden ser integradas en el MSC/VLR.

3.2.2.1.3 Sub Sistema de Operaciones (Operations Sub-System, OSS)

El sub sistema de operaciones (OSS), está conformada por:

- ***Centro de mantenimiento y operación (Operation and Maintenance Centre, OMC)***

Está relacionada con todas las funcionalidades de administración de aparatos escasamente vistos, los cuales pueden ser de diversos fabricantes y frecuentemente son soluciones de tipo propietarias. También contienen funciones de billing (tarifación).

- ***Centro de Gestión de Red (Network Management Centre, NMC)***

Está relacionada con las funciones de gestión de toda la red.

3.2.2.1.4 Estación Móvil (Mobile Station, MS)

Se compone de ⁴⁶:

- ***Equipo Móvil (Mobile Equipment, ME)***

Realiza funciones tales como: transmisión por radio, gestión de canales, codificación de voz, protección contra errores y gestión de movilidad.

⁴⁶ Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Página 20.

➤ ***Módulo de Identidad de Usuario (Subscriber Identity Module, SIM)***

Puede presentarse en dos modalidades: como tarjeta inteligente o módulo incorporado dentro de la estación móvil. La SIM caracteriza al abonado y contiene toda la información necesaria para la autenticación del mismo, como son:

- Identidad Internacional del Abonado móvil (International Mobile Subscriber Identity, **IMSI**)
- Identidad Temporal del Abonado Móvil (Temporary Mobile Subscriber Identity, **TMSI**)
- Área de Localización (Location Area Identity, **LAI**)
- Algoritmo de Autenticación (**A3**)
- Clave del Algoritmo de Autenticación (**Ki**)
- Algoritmo de generación de claves de cifrado (**A8**)
- Clave del algoritmo de cifrado (**Kc**)
- Número de secuencia de cifrado (**algoritmo de cifrado**)

3.2.2.1.5 Interfaces en GSM

Las interfaces presentes en la arquitectura GSM, son ⁴⁷:

➤ ***Interfaz Um***

Es una interfaz de radio, que es utilizada por las estaciones móviles para acceder a todos los servicios y utilidades de GSM, empleando para ello los sistemas de estación base como punto de conexión con la red.

➤ ***Interfaz A-bis***

Esta interfaz está entre el BSC y el BTS. Permite conectar de una forma normalizada estaciones base y controladores de estación base, independientemente de que sean realizadas por un mismo suministrador o por suministradores distintos.

⁴⁷ Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Páginas 28, 29 y 30.

➤ ***Interfaz A***

Esta interfaz está entre la MSC y el BSS, y se utiliza fundamentalmente para el intercambio de información relacionada con las siguientes funciones: (Gestión del BSS, Manejo de la llamada, Gestión de movilidad)

➤ ***Interfaz B***

Esta interfaz permite una conexión entre el MSC y el VLR para tener un control de los visitantes móviles y poder ofrecerles los servicios del sistema.

➤ ***Interfaz C***

Esta interfaz está entre el MSC y el HLR, y se utiliza fundamentalmente para las siguientes funciones: Al final de una llamada en la que el móvil tiene que ser tarifado, la MSC de ese móvil puede enviar un mensaje de tarificación al HLR.

➤ ***Interfaz D***

Esta interfaz esta entre el HLR y el VLR. Se utiliza para intercambiar los datos relacionados con la posición de la estación móvil y los datos de la suscripción de usuario.

➤ ***Interfaz E***

Cuando una estación se desplaza de un área controlada por un MSC al área de otra MSC distinta, es necesario realizar un procedimiento de traspaso para poder continuar la conversación. En este caso, la MSC debe intercambiar datos para poder llevar a cabo esta operación, a través de la Interfaz E.

➤ **Interfaz F**

La interfaz F es usada entre el servidor MSC y el EIR para cambiar datos, para que la EIR pueda verificar el estado de los IMEI recibidos desde la estación móvil.

➤ **Interfaz G**

La interfaz G es la interfaz entre VLRs. Cuando un suscriptor móvil se mueve desde una área VLR a otra procedimiento de Registración de Situación pasará. Este procedimiento puede incluir la recuperación de los IMSI y parámetros de la autenticación del VLR viejo

En resumen, estos son los bloques funcionales y las interfaces que intervienen en GSM. Ahora bien, a partir de esta arquitectura las operadoras han implementado también GPRS, el cual añade conmutación de paquetes a todos los niveles de red GSM (radio, nodos de conmutación, red de transmisión, etc.).

3.2.2.2 Arquitectura de Red GPRS

En breve GPRS es una red de conmutación de paquetes superpuesta a la red GSM, por lo que comparte con ella la red de acceso y además introduce dos nuevos bloques funcionales con sus respectivas interfaces, tal como se muestra en la Figura 3.2.

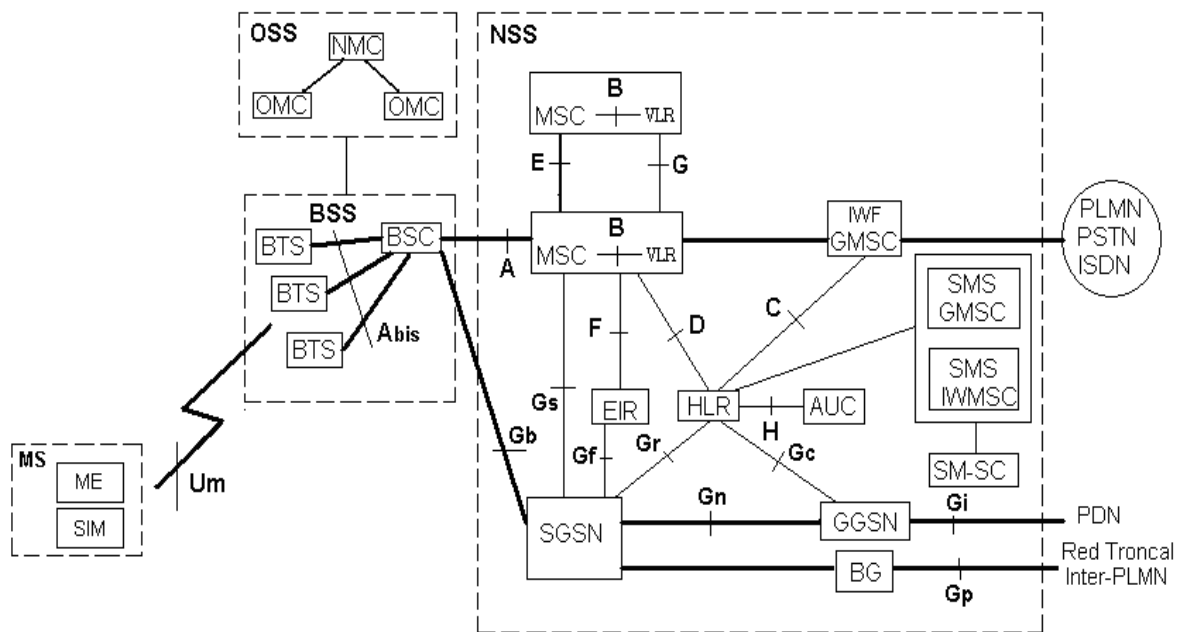


Figura 3.2: Arquitectura de Red GPRS superpuesta sobre GSM

3.2.2.2.1 Serving GPRS Support Node (SGSN)

El SGSN es responsable de la entrega de paquetes al Terminal móvil en su área de servicio. Gestiona las funciones de movilidad y de instauración de la sesión de datos. El SGSN sigue y mantiene la posición de las estaciones móviles en su área, y realiza funciones de seguridad y control de acceso. El SGSN establece contextos PDP (Packet Data Protocol) activos que son usados para el encaminamiento con el GGSN que el abonado esté usando. La función de registro de posición en un SGSN almacena información de suscripciones y datos de ubicación (por ejemplo: la celda o área de encaminamiento donde la MS está registrada, o la dirección del GGSN donde exista un contexto PDP activo) de los abonados registrados en el SGSN para servicios de conmutación de paquetes. Dicha información es necesaria para llevar a cabo la transferencia entrante o saliente de datos en paquetes. El SGSN está conectado al BSC a través de la interfaz Gb y puede enviar datos de ubicación al MSC/VLR a través del Interfaz Gs⁴⁸.

3.2.2.2.2 Gateway GPRS Support Node (GGSN)

El GGSN proporciona las funcionalidades para interactuar con redes externas con conmutación de paquetes a las que se conecta a través de la interfaz Gi, y está conectado con uno o varios SGSNs a través del interfaz Gn. La función de registro de posición en un GGSN es almacenar información de suscripciones y datos de encaminamiento (por ejemplo la dirección del SGSN donde la estación móvil está registrado) para cada abonado que tenga al menos un contexto PDP activo. Dicha información es recibida desde el HLR (a través del interfaz Gc) y el SGSN (a través del interfaz Gn), y es necesaria para poder establecer un túnel de tráfico de datos en paquetes, destinado a una estación móvil, con el SGSN donde estación móvil está registrada ⁴⁹.

El SGSN y el GGSN contienen funcionalidad de encaminamiento IP y pueden estar interconectados por routers IP. Cuando el SGSN y el GGSN están en

^{48, 49} Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Página 18.

diferentes PLMNs, ellos están interconectados a través de la interfaz Gp que proporciona la funcionalidad de la interfaz Gn y funcionalidad de seguridad requerida para la comunicación inter-PLMN.

3.2.2.2.3 Pasarela Frontera (Border Gateway, BG)

La BG es una pasarela (Gateway) entre una PLMN soportando GPRS y una red troncal inter-PLMN externa usada para la interconexión con otras PLMNs también soportando GPRS. El papel del BG es el de proporcionar el nivel apropiado de seguridad para proteger la PLMN y sus abonados. El BG es únicamente necesitado en PLMNs soportando GPRS ⁵⁰.

Ahora bien, a partir de la tecnología GSM y GPRS, se ha implementado otra tecnología europea, que es el caso de EDGE.

3.2.2.3 Arquitectura de Red EDGE

El sistema EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), también conocida como EGPRS (Enhanced GPRS), es una tecnología de conmutación de paquetes que incorpora una tecnología de datos móviles y acceso a Internet a alta velocidad (Velocidad teórica de 473kbps) por lo que se le considera como un estándar de tercera generación (3G) aprobado por organismos internacionales como la UIT ⁵¹.

Si bien es cierto EDGE puede usarse indistintamente para transmitir servicios de voz y datos por conmutación de paquetes y conmutación de circuitos, la razón principal de su implementación es que puede ser usado para cualquier transferencia de datos basada en conmutación por paquetes y sus beneficios respecto a GPRS se pueden observar en las aplicaciones que requieren una velocidad de transferencia de datos, o ancho de banda alta, como video y otros servicios multimediales.

⁵⁰ Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Página 19.

⁵¹ Especificación Técnica 3GPP TS 50.059 v 4.0.1 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/50059-4.0.1/>.

Aunque EDGE funciona con cualquier GSM que tenga implementado GPRS, los operadores han implementado las actualizaciones necesarias para su funcionamiento, para lo cual se ha introducido una nueva técnica de modulación (8PSK) adicional a la modulación GSMK utilizada por GSM, con la finalidad de alcanzar mayores velocidades y una nueva codificación de canal.

Esta implementación, no ocasiona ningún impacto directo sobre la arquitectura GSM, pues solo afecta a la Estación Base (BTS), cambiando la unidad transceptora (TRU), para manejar la nueva modulación y un nuevo software en la BSC, que permite el nuevo protocolo de paquetes, tal como se observa en la Figura 3.3.

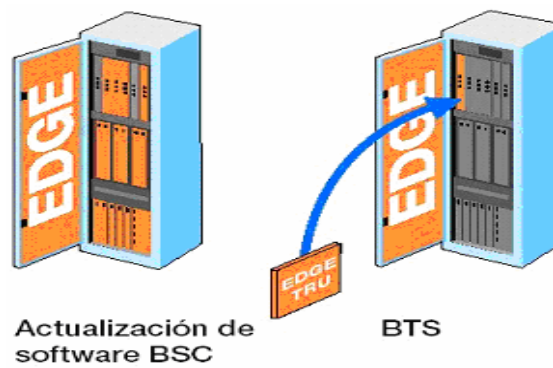


Figura 3.3: Elementos de actualización a EDGE sobre GSM/GPRS

Con esta implementación, EDGE utiliza la misma estructura de red GSM como es: el acceso TDMA, canal lógico, y el ancho de banda de 200KHz en la portadora. Por ende, los terminales aptos y no aptos para soportar EDGE comparten el mismo intervalo de tiempo y son desplegadas en el mismo espectro radioeléctrico, por lo que la actualización a EDGE es sencilla y el costo – beneficio es bueno, ya que el equipamiento de radio GSM/GPRS está preparado para soportar EDGE, y además, porque utiliza la infraestructura de conmutación de paquetes que tiene GPRS.

Con esto se puede decir que EDGE permite a los operadores utilizar servicios de tercera generación 3G, utilizando el espectro GSM existente, sin necesidad de una nueva licencia. Lo que implica que un operador brinda servicios de tercera generación rápidamente a un costo inferior a que si fuera necesario adquirir espectro adicional.

Hasta aquí, estas son las plataformas presentadas actualmente por las operadoras celulares del Ecuador, y su siguiente paso según los estándares europeos, será el sistema de tercera generación 3G UMTS, el cual brindará más beneficios en calidad y servicio. Para su implementación a partir de las tecnologías europeas presentadas, las operadoras deberán considerar algunos cambios en la arquitectura de red GSM/GPRS/EDGE que a continuación se presenta.

3.2.2.4 Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)

La Unión Internacional de Telecomunicaciones se encuentra en pasos acelerados especificando estándares para comunicaciones móviles de tercera generación.

El primer estándar para 3G es referido como el International Mobile Telecommunication del año 2000 (IMT-2000). Dentro de la IMT 2000 aparece como estándar para los servicios móviles en Europa, el sistema de telecomunicaciones móviles de tercera generación UMTS, que nace con la finalidad de permitir implementar servicios móviles innovativos tales como:

1. Capacidad multimedia con buena calidad de servicio
2. Acceso eficaz a la red Internet, redes Intranet y a otros servicios basados en IP.
3. Transmisión vocal de alta calidad, comparable a las redes fijas.

Estos servicios serán brindados a través de potenciales redes, las mismas que a su vez podrán hacer uso de un conjunto de interfaces IMT-2000 definidas por la UIT.

Ahora bien, a partir de los sistemas actuales GSM, GPRS y EDGE las operadoras podrían implementar el sistema UMTS, lo que implica una fase para facilitar el proceso a partir de estas redes. Esta fase denominada UMTS Release1999, es la versión inicial de UMTS que se ha desarrollado con la finalidad de que conviva con las redes actuales, lo que implica que a su vez esta red se divide en dos partes: una parte para voz y otra para datos. Esto implica además, que esta arquitectura presenta una estructura jerárquica para la transmisión de las comunicaciones de voz: es decir, todos los equipos cumplen una función específica y para lograr la conexión entre dos terminales, es necesario que la información viaje por una infraestructura fija bien definida: Nodo B, RNC, Central de Conmutación, RNC, Nodo B.

Pero la idea general de UMTS es que toda la información sea tratada como paquetes de datos, por lo que se ha desarrollado otra versión conocida como UMTS Release 2000 o red móvil totalmente IP. Esta en cambio presenta una estructura distribuida donde el protocolo IP es el que permite la transmisión de la información en la red.

El principio de la arquitectura distribuida es ver a la red como una nube, donde todos los equipos se hallan interconectados entre sí y la transmisión de cada paquete de datos se hace independientemente; es decir, se quiere que la red móvil tenga una estructura semejante a la red Internet conocida, pero tomando en cuenta que cada uno de los equipos que se conectan a la misma tienen una movilidad limitada en toda el área de cobertura.

Inicialmente se espera que la arquitectura utilizada en las redes UMTS sea Release 1999, para luego realizando los cambios que sean necesarios en equipos y en software de los mismos, se evolucione a una estructura como la versión de red totalmente IP, consiguiendo todos los beneficios que aquello implica.

Para propósito de estudio de este Proyecto, se ha tomado como referencia la evolución a UMTS versión Release 1999. Consecuentemente, a continuación se presentan los cambios a nivel de arquitectura, empleándose a mencionar los bloques funcionales e interfaces que las operadoras deberían implementar hasta llegar a UMTS Release 1999.

3.2.2.4.1 Arquitectura de red UMTS Release 1999

La arquitectura de red UMTS Release 1999, mostrada en la Figura 3.4, ha sido definida para facilitar el proceso de migración desde las redes GSM/GPRS hacia UMTS.

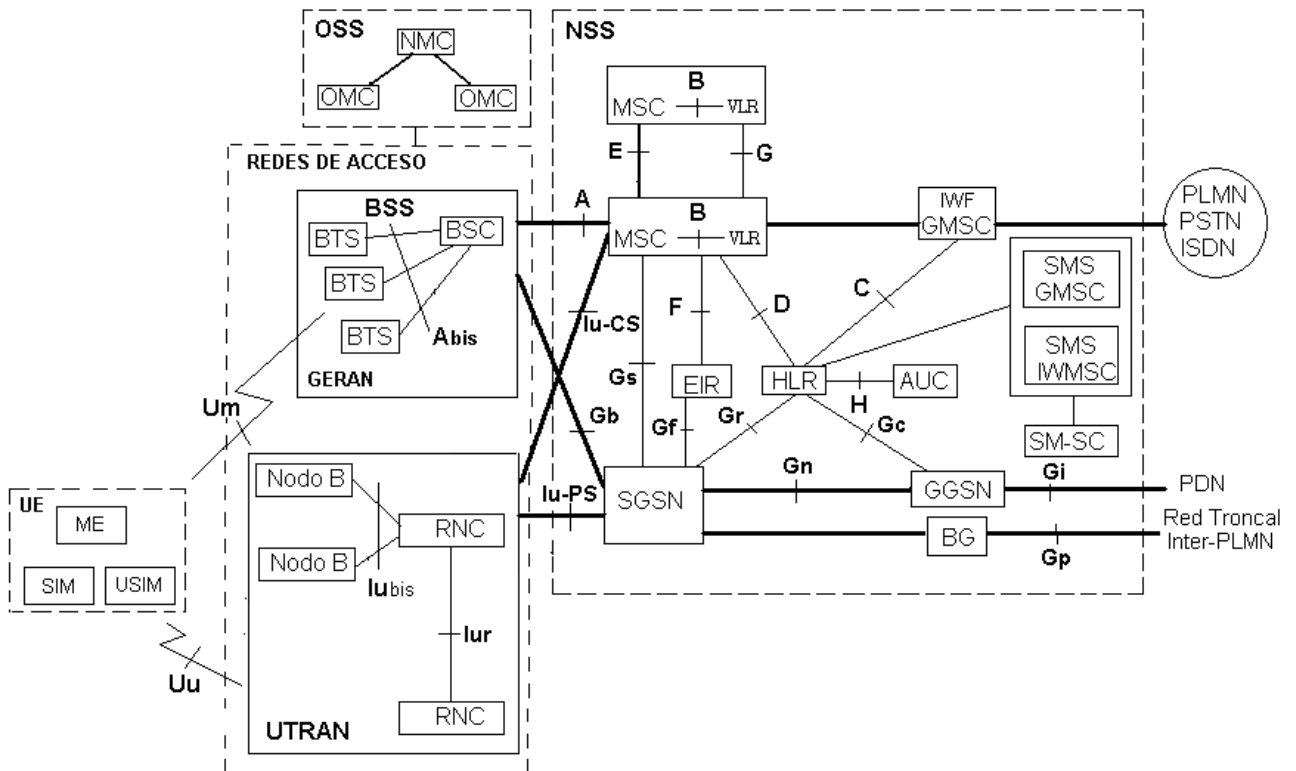


Figura 3.4: Arquitectura de Red UMTS Release`1999

Dicha arquitectura incorpora los sistemas de red GSM, GPRS y EDGE explicados anteriormente como son: la red de acceso GSM, Network Sub System (NSS), Operations Sub-System (OSS). Pero adiciona fundamentalmente la Red de Acceso UTRAN .

➤ **Red de Acceso de Radio Terrestre de UMTS (UTRAN)**

La Red de Acceso de Radio Terrestre UMTS (UTRAN), representada en la Figura3.3, es una parte nueva de radio acceso que se implementa en la arquitectura UMTS y que los operadores deberían implementar para acceder a la Red Central de UMTS.

Esta red de acceso se constituye de las siguientes partes ⁵²:

1. Estaciones base de radio (RNS)
2. Controladores de red de radio (RNC)

3. Nodos B

Sistema de Red Radio (Radio Network System, RNS)

La red de acceso UTRAN está compuesta de uno o varios RNSs que pueden estar interconectados entre sí a través de la interfaz Iur. El RNS realiza la asignación y liberación de recursos de radio para permitir la comunicación con MSs en una cierta área. Un RNS está compuesto de un RNC, y uno o varios nodos B.

Controlador de Red Radio (Radio Network Controller, RNC)

El RNC es la entidad controladora de un RNS y se encarga del control general de los recursos de radio proporcionados por uno o varios nodos B. El RNC, es responsable de las decisiones de handover que requieren señalización a la estación móvil. El RNC se conecta al núcleo de la red (CN) a través de la interfaz Iu. Hay una interfaz Iu para las aplicaciones CS denominado Iu-CS y otro para las aplicaciones PS denominado Iu-PS. Las funciones de RNC son: Control de recurso de radio, control de admisión, asignación del canal, ajustes del control de energía, control de handover, diversidad macro, cifrado, segmentación/ensamblaje y señalización de difusión.

Nodo B (Node B)

Es el componente responsable de la transmisión/recepción de radio hacia/desde

⁵² Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Página 19.

MSs en una o más celdas UMTS. Es decir las funciones del nodo B son: Transmisión/recepción de la interfaz aérea, modulación/demodulación, codificación física del canal de CDMA, diversidad micro y manejo de errores. Un nodo B puede soportar Duplexación de Frecuencia (Frequency Division Duplex, FDD), Duplexación de Tiempo (Time Division Duplex, TDD), o una operación en modo

dual. Los nodos B se conectan a los RNCs a través de las interfaces Iu-bis y a las estaciones móviles a través de las interfaces Uu.

Ahora bien, con la aparición de estos nuevos bloques funcionales aparecen también interfaces para que interactúen entre si y con los demás elementos de la red UMTS.

Interfaces de UTRAN

- Interfaz Uu

La interfaz Uu se encuentra entre el equipo del usuario y la red de UTRAN. La tecnología que utiliza esta interfaz Uu para acceder al medio es WCDMA ⁵³.

- Interfaz Iu

Es la Interfaz que une el RNC al núcleo de la red (MSC/VLR o SGSN), la cual utiliza la tecnología WCDMA como interfaz aérea. Es la interfaz central y la más importante para el concepto de 3GPP. La interfaz **Iu** puede tener dos diferentes instancias físicas para conectar a dos diferentes elementos de la red central, todo dependiendo si se trata de una red basada en conmutación de circuitos o basada en conmutación de paquetes. En el primer caso, es la interfaz Iu-CS (para datos de conmutación de circuitos) y sirve de enlace entre la UTRAN y el MSC, y la interfaz Iu-PS (para datos de conmutación de paquetes) la encargada de conectar la red de acceso de radio con la SGSN de la red central ⁵⁴.

Interfaz Iub: Interfaz que une el RNC al Nodo B.

Interfaz Iur: Interfaz que une el RNC a otro RNC, no es comparable a ninguna interfaz de radio GSM.

^{53, 54} Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Páginas 28 y 29 .

➤ **Core Network (CN)**

La Red Central (Core Network) de la red celular de tercera generación UMTS, que apoya servicios tanto en modo circuito como de conmutación de paquetes, contiene el hardware y el software que se necesita para dar aplicaciones UMTS

multimedia a los usuarios finales. Para asegurar un núcleo de la red que ha de prevalecer en el futuro, se introduce una arquitectura en capas que está basada en un diseño adaptable y modular (ver Figura 3.5).

La mayor parte de aplicaciones de usuario final residen en la capa de contenido y de aplicaciones de usuario implementadas en terminales y servidores de aplicación.

La capa de control de comunicaciones aloja un número de “servidores de red” mostrados anteriormente en la arquitectura GSM/GPRS; por ejemplo, el servidor de la central de conmutación de móviles (MSC), el servidor de nodo soporte GPRS (SGSN), el registro de posiciones base (HLR), puntos de control de servicio (SCP), centros de autenticación (AUC), y el registro de identidad del equipo (EIR). Estos servidores son responsables de controlar la seguridad, gestión de movilidad, el espaciamiento y la desconexión de llamadas y sesiones solicitadas por usuarios finales, servicios suplementarios en modo circuito y funciones similares.

La capa de conectividad usa puertas de medios:

1. Para procesar datos de usuario final – notablemente voz, que requiere codificación y decodificación, cancelación de eco y enlaces multipartitos;
2. Para transcribir calidad de servicio (QoS); y
3. Para convertir protocolos.

Esta capa sirve también de conmutador de acceso para conmutadores y ruteadores, y es responsable de establecer las conexiones de portador que llevan las corrientes de medios en la capa.

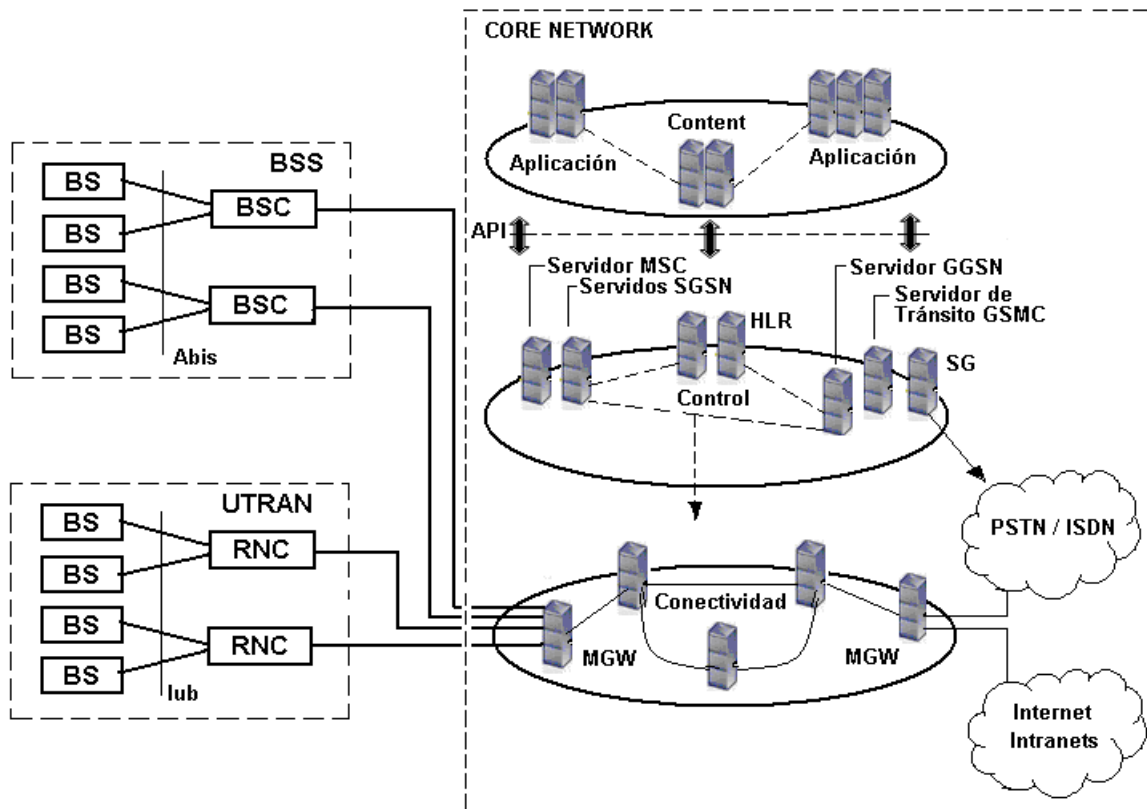


Figura 3.5: Arquitectura en capas de la red de tercera generación.

➤ *Estación Móvil (MS)*

Una Estación Móvil (Mobile Station, MS) de UMTS más conocido como Equipo de usuario (User Equipment, UE), está compuesta por el equipo móvil (Mobile Equipment, ME) y la tarjeta de identificación de abonado UMTS (USIM)⁵⁵.

Es similar a la estación móvil de GSM, pues realiza funciones relacionadas con la transmisión de radio y contiene las aplicaciones extremo a extremo. De manera similar, la tarjeta USIM de UMTS tiene las mismas características físicas que la tarjeta SIM de GSM y presenta varias funciones, como son:

⁵⁵ Especificación Técnica 3GPP TS 23.002 v 4.8.0 (2003-06): <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-6/23002-480/>. Páginas 19.

1. Soporte de una aplicación del Módulo de identidad del Servicio de Usuario (USIM) (Opcionalmente más de una).

2. Ayuda de uno o más perfiles de usuario en el USIM.
3. Información específica de la actualización USIM sobre el aire.
4. Funciones de seguridad.
5. Autenticación de usuario.
6. Inclusión opcional de métodos de pago.
7. Descarga segura opcional de nuevas aplicaciones.

Mediante estas implementaciones y adiciones a las actuales redes GSM, GPRS y EDGE, las operadoras ecuatorianas podrían migrar al sistema UMTS de tercera generación, si es que así lo amerita la existencia de banda del espectro electromagnético en nuestro país, pues este recurso es limitado. Es por esto que a continuación se realiza un estudio de factibilidad de uso de frecuencias para la implementación de esta tecnología celular UMTS.

3.2.3 POSIBLES BANDAS DE FRECUENCIAS PARA UMTS

Según la resolución WARC-92 (World Administrative Radio Conference de 1992) de frecuencias para la implementación de IMT-2000 se designan las bandas de los 1885-2025MHz y 2110-2200MHz para su uso, sin que estas bandas de frecuencia estén asociadas a ninguna tecnología determinada. Debido a que no en todos los países se tiene disponible este espectro asignado para los sistemas de tercera generación, en la WARC-2000 se amplió el espectro para IMT-2000 en las siguientes bandas de frecuencia: 806-960MHz, 1710-1885MHz y 2500-2690MHz.

Para el caso del Ecuador, según se analizó en el Capítulo 1, las bandas de frecuencias asignadas a los operadores corresponden a la banda de los 800MHz

según el Plan Nacional de Frecuencias vigente especificada en la nota **EQA.145**, y la banda de 1900MHz (1850 a 1990MHz) especificada en la nota **EQA.180**.

En la banda de los 1900MHz se presenta 6 rangos de frecuencias de los cuales, las bandas A y B contienen frecuencias de radio y televisión que ya están concesionadas por el estado ecuatoriano, la banda C fue asignada a la operadora ALEGRO con 30MHz en el año 2003, la banda D se le designó recientemente a MOVISTAR con la utilización de 10MHz adicionales a los 25MHz que tiene en la banda de los 800MHz, lo mismo le pasó a PORTA a quien se le designó 10MHz en la banda E y de manera similar con ALEGRO PCS a quien también se le asignó la canalización del canal F con 10MHz adicional al canal C.

Esto da a entender, que a cada operadora se le a asignado adicionalmente con 10MHz en la banda de los 1900MHz, lo que implica que las operadoras podrán ampliar su capacidad en las tecnologías y en los servicios.

Las tecnologías que pueden ser implementadas en estos rangos de frecuencias, pueden ser las mismas que actualmente usan las operadoras celulares cuyo requisito de ancho de banda esté acorde al rango de frecuencias asignados a estas operadoras, o puede ser una tecnología que sea la migración de una de estas, como es el caso de UMTS que puede aparecer a partir de las actuales tecnologías GSM, GPRS y EDGE en las operadoras PORTA o MOVISTAR.

Esta factibilidad se presenta debido a que UMTS puede trabajar con un mínimo de asignación de ancho de banda de 2 x 5MHz; es decir, 5MHz en el enlace Up-Link y 5MHz en el enlace Down Link, lo que da un total 10MHz de ancho de banda que el sistema UMTS puede usar para su operación. De esta manera calza justamente en el rango de frecuencias asignados a las tres operadoras (10MHz) en el rango de 1900MHz o en la banda de los 800MHz asignados a PORTA y MOVISTAR.

3.3 FACTIBILIDAD TÉCNICA DE IMPLEMENTAR REDES WLAN (IEEE802.11) SOBRE REDES CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN UMTS MEDIANTE UMA

Este estudio está dirigido exclusivamente a encontrar equipos que permitan dicha conexión. Si bien es cierto el mercado de la tecnología UMA se ha desplegado desde el año pasado, empezando el lanzamiento de servicios UMA (Ver figura 3.6) por varios operadores como TELECOM, T-MOBILE, ORANGE entre otros; se debe mencionar que este mercado está desarrollado exclusivamente en conexión a la tecnología GSM/GPRS, por lo que esta tecnología podría implementarse sin ningún problema técnico en la plataforma actual celular GSM/GPRS implementadas por las operadoras del Ecuador. Sin embargo, para el caso de estudio de este proyecto, estos equipos también presentan ciertas características que en cierta manera viabilizan este estudio.

A continuación se presenta una lista de equipos UMA que se encuentran en el mercado Internacional. Esto se debe mencionar debido a que en el mercado nacional aún no se encuentran estos productos ya que en la publicación Web de los equipos homologados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SNT) y la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL), desde el año 2005 hasta el 2 de Abril del 2007, no se encuentran productos con características de la tecnología UMA (**ANEXO A**), por lo que para acceder a esta información se hizo en el mercado Internacional a través de Internet.



Figura 3.6: Evolución de la tecnología UMA

3.3.1 EQUIPOS UMA

La lista de equipos UMA mencionados a continuación, son compatibles con las soluciones GSM/GPRS presentes en el Ecuador debido a que la tecnología UMA

está como estándar en la organización 3GPP. Por esta razón, estos productos pueden ser implementados por las operadoras sobre las tecnologías GSM/GPRS e inclusive UMTS si se da este caso.

3.3.1.1 Infraestructura UMA

La infraestructura define exclusivamente los equipos que conforman el controlador de red UMA (UNC), como son:

- Gateway de Seguridad (Security Gateway, SGW)
- Media Gateway
- Controlador de red IP

Como posibles proveedores se presentan algunos fabricantes como son, ALCATEL, NOKIA, KINETO WIRELESS, MOTOROLA, ERICSSON, AUDIO CODES, CHECK POINT, CLAVISTER, JUNIPER, NETHAWK, REEF POINT que dan soluciones a estos equipos, así se tienen:

Por un lado se presenta el Gateway de Seguridad, el cual realiza la parte de traducir los protocolos de GSM/GPRS/UMTS a protocolos de la tecnología UMA y establece una interfaz segura con los diferentes terminales móviles utilizando IPSec. Este equipo es desarrollado por los siguientes fabricantes como: NETRAKE, REEF POINT, CLAVISTER y CHECK POINT ⁵⁶.

En la Figura 3.7 se muestra el Gateway de Seguridad desarrollado por Netrake (Sus características se detallan en el **ANEXO C**).

⁵⁶ Página Web de la organización UMAtoday: <http://www.umatoday.com>



Figura 3.7: Netrake nCite Security Gateway for Wireless LAN ⁵⁷

Otro fabricante que da solución al bloque del Gateway de Seguridad es Reef Point cuyo equipo se observa en la Figura 3.8, y presenta las mismas características básicas que el caso anterior.



Figura 3.8: Reefpoint Security Gateway ⁵⁸

En lo que concierne a los otros dos bloques que conforman la UNC, se presenta la solución de Alcatel, que se muestra en la Figura 3.9.

⁵⁷ Página Web: <http://www.umatoday.com/securityGatewaysNetrakeSecurityGateway.php>

⁵⁸ Página Web: <http://www.umatoday.com/securityGatewaysReefpointSecurityGateway.php>

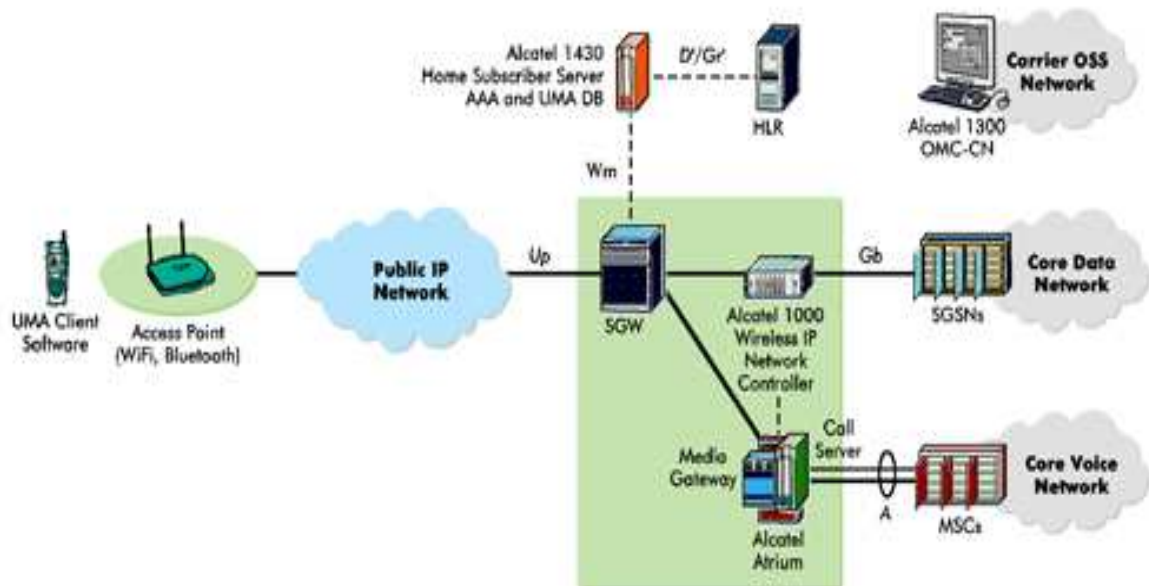


Figura 3.9: Solución de Alcatel para UNC ⁵⁹

Por un lado se encuentra el Controlador de Red IP inalámbrico (Wireless IP Network Controller, WNC), Alcatel 1000 (Figura 3.10), también conocido como GPRS Gateway, quien brinda la señalización y tráfico de paquetes, y es quien se conectará a la SGSN de la Core Network de GSM/UMTS a través de las Interfaces Gb/Iu-PS respectivamente (Sus características se detallan en el **ANEXO C**).



Figura 3.10: Alcatel 1000 MM ⁶⁰

⁵⁹ Página Web: <http://www.umatoday.com/networkSolutionsAlcatel.php>

⁶⁰ http://www1.alcatellucent.com/products/productssummary.jsp?productNumber=a1000mm_e10_csn_cne

Con respecto al bloque mostrando otros sub sistemas que se conectan a la MSC a través de la interfaz A o Iu-CS. Uno de estos subsistemas es el Alcatel 5020 Wireless Call Server (WCS) quien da el soporte de señalización de voz de las interfaces GSM/UMTS/UMA y señalización de interfaces PSTN para comunicarse con el Gateway Medio Inalámbrico (Wireless Media Gateway, WMG) de Alcatel en las series 7540 o 7570 para soporte de tráfico de voz de manera similar para redes GSM/UMTS. En definitiva estos dos módulos permiten a la UNC conectarse a una Core Network de UMTS sin ningún inconveniente.

Adicionalmente, en la Core Network se debe implementar como base de datos UMA y como servidor AAA, el Alcatel 1430 Home Subscriber Server (HSS).

3.3.1.2 Equipos UMA

3.3.1.2.1 Adaptador de Terminal (*Terminal Adaptors*)

El adaptador de Terminal es el equipo que permite al Terminal móvil enlazarse con la red. En este caso el adaptador de Terminal, cuyo fabricante es Motorola, serie RSG-2500/RSG-3500 (Figura 3.11), presenta la característica principal de trabajar con IEEE 802.11 b/g con tecnología UMA (**ANEXO C**).



Figura 3.11: Access Point Motorola RSG-3500

3.2.1.2.2 Estaciones móviles

En la actualidad existen algunos fabricantes de este producto como NOKIA, MOTOROLA, LG, SAMSUNG, SIM Com, RIM, BENQ, y Chi Mei Communications Systems los cuales por el momento ofrecen soluciones de tipo dual para acceder a GERAN y UMAN pero se espera que a finales de este año (Según anuncios de

⁶¹ <http://www.motorola.com/content.jsp?globalObjectId=2364-8176>

NOKIA) aparezcan soluciones de modo triband que adicionalmente puedan operar sobre la red de acceso del sistema UMTS.

En la Figura 3.12 se muestra un producto Nokia con la serie 6086 el cual puede acceder a través de GERAN en 4 bandas de frecuencia (850/900/1800/1900MHz) y en WLAN IEEE 802.11 b/g en los 2.4GHz, a los Servicios de voz y datos GSM/GPRS/EDGE sobre una conexión de banda ancha. Otras características adicionales pueden verse en el **ANEXO C**. Este equipo podría operar en el Ecuador en la banda de los 850/1900MHz, permitidas para las operadoras celulares, y la banda de 2.4MHz permitida para la operación de sistemas de modulación digital de banda ancha, mediante el debido certificado de homologación.



Figura 3.12: Nokia 6086 ⁶²

3.3.1.1.3 Software de usuario UMA

Para habilitar los equipos terminales UMA, se requiere de un software de usuario para comunicarse con la UNC y la red central del operador móvil. Como UMA está en el estándar 3GPP, los vendedores de equipos pueden desarrollar su propio software de usuario UMA para cumplir con el estándar. Por el momento dos compañías desarrollan el software de usuario UMA, KINETO Wireless y VITENDO.

⁶² Página Web de NOKIA: <http://europe.nokia.com/A4254246>

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD LEGAL EN LA CONEXIÓN DE REDES INALÁMBRICAS IEEE 802.11 SOBRE REDES CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN UMTS

4.1 INTRODUCCIÓN

El sector de las telecomunicaciones en el Ecuador, como cualquier otra actividad de la sociedad, se encuentra enmarcado dentro de un entorno Legal regido por el Estado Ecuatoriano. Este marco legal permite el normal desenvolvimiento y el fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones, permitiendo una adecuada regulación y expansión de los sistemas radioeléctricos y servicios de telecomunicaciones a la comunidad y mejorando permanentemente la prestación de los servicios existentes, impulsando el desarrollo social y económico del país.

Este marco legal debe estar acorde con la importancia, complejidad, magnitud, tecnología y especialidad del ente tecnológico controlado, de suerte que se pueda desarrollar esta actividad con criterios de gestión empresarial y beneficio social en un régimen de libre competencia.

Tomando en consideración estos aspectos, el aparecimiento de nuevas tecnologías de telecomunicaciones, como el caso de la tecnología UMA, hace necesario estudiar la factibilidad legal de ser implementada en el Ecuador, de tal forma que se convierta en una mas de las tecnologías que fomente la libre competencia.

Desde este punto de vista, el presente capítulo trata de encontrar aspectos legales en los cuales la implementación de WLAN (IEEE 802.11) sobre la red UMTS mediante UMA, sea posible en medio de un marco jurídico conforme a las leyes reglamentos y normas vigentes en el sector de las telecomunicaciones.

4.2 ASPECTOS GENERALES DEL MARCO REGULATORIO AL SERVICIO DE LAS TELECOMUNICACIONES

El Marco Regulatorio al servicio de las telecomunicaciones en el Ecuador, constituye el marco legal referencial que permite entender el funcionamiento legal del sector de las Telecomunicaciones, mediante la aplicación de normas y principios otorgadas por organismos del Estado Ecuatoriano, los cuales permiten la regulación y control para un normal desenvolvimiento y desarrollo en un régimen de libre competencia.

Los organismos de control son: el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, el cual se encarga de establecer, en representación del Estado, las políticas y normas de regulación de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador; la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, SNT, que se responsabiliza de ejecutar las políticas y decisiones dictadas por el CONATEL; y la Superintendencia de Telecomunicaciones, SUPTEL, la cual ejerce la función de supervisión y control de las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas del sector de las telecomunicaciones a fin de que sus actividades se sujeten a las obligaciones legales reglamentadas ⁶³.

Las diferentes normas y principios emitidos por el CONATEL, que se establecen para los distintos sistemas de telecomunicaciones, tienen la función de planificar, regular, gestionar y controlar la prestación de los servicios de telecomunicaciones y la instalación, operación y explotación de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, datos y sonidos por cualquier medio; y el uso del espectro radioeléctrico.

Estas normas y principios se encuentran especificados, de manera general, en:

- Ley Especial de Telecomunicaciones reformada
- Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada

⁶³ Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Art. 87, Art. 101 y Art. 110

Estos son los instrumentos legales que, en forma general, permiten observar el marco regulatorio de las telecomunicaciones. Sin embargo, la Ley ecuatoriana para la regulación de las Telecomunicaciones es extensa y los instrumentos mencionados en primera instancia, solo muestran un marco general de las telecomunicaciones, por lo que es necesario especificar en detalle el ámbito de las telecomunicaciones en documentos más específicos. Por ejemplo, los reglamentos que rigen las operadoras de telefonía celular y otros sistemas son:

- Reglamento para el servicio de telefonía móvil celular
- Reglamento para la prestación del servicio móvil avanzado
- Reglamento de Interconexión
- Reglamento para la prestación de servicios portadores
- Reglamento para homologación de equipos de telecomunicaciones
- Reglamento de Radiocomunicaciones
- Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha
- Entre otros.

Ahora bien, en apego al entorno general del marco regulatorio de las telecomunicaciones en el Ecuador, se observa si es o no posible la implementación de las redes WLAN (IEEE 802.11) sobre las redes de tercera generación UMTS a través de la tecnología UMA.

Dentro de este esquema, antes de definir esta posibilidad primero se realiza el estudio de factibilidad legal involucrado sobre el sistema UMTS y de la tecnología UMA (aún no vigentes en el Ecuador), con la finalidad de encontrar en el marco legal la posibilidad o no de su utilización en el Ecuador. Este estudio se desarrolla principalmente con la finalidad de regular que estas tecnologías no causen interferencias o no degraden a otros sistemas de telecomunicaciones, de acuerdo a las normas legales vigentes.

4.3 FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR UMTS Y UMA EN EL ECUADOR

4.3.1 FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR UMTS

Revisando el marco legal se observa que no le compete al estado el planificar, regular, gestionar y controlar la tecnología sino más bien la prestación de los **servicios de telecomunicaciones** y la **instalación, operación y explotación** de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, datos y sonidos por cualquier medio; y el **uso del espectro radioeléctrico**. Por este motivo, para encontrar la factibilidad de implementar UMTS en el país, se toma en cuenta este entorno.

Desde este punto de vista, en lo que concierne a los servicios de telecomunicaciones sobre el sistema UMTS, no habría ningún problema legal pues estos servicios se planifican, gestionan, regulan y controlan independientemente de la tecnología sobre el cual corren estos servicios.

Por otro lado, en lo que concierne a la regulación y control de la instalación, operación y explotación de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, datos y sonidos por el sistema UMTS, en cierta forma hay relación con el uso del espectro electromagnético, pues este sistema no podrá ser operado ni mucho menos explotado si no se asigna una zona en el espectro electromagnético, pues este sistema ocasionaría interferencia a otros sistemas e intervendrían en el normal funcionamiento de los mismos.

Por tal motivo, el marco legal para el sistema UMTS debe basarse principalmente en la asignación de ancho de banda a los operadores de telefonía celular en el espectro electromagnético, para que este sistema pueda ser instalado, operado y explotado en el territorio ecuatoriano, sin ningún inconveniente.

Desde este punto de vista, como ya se estudió en el Capítulo 1, el CONATEL a través de un proceso legal procedente, le asignó 10MHz a cada operadora en la

banda de los 1900MHz, con lo que estas pueden hacer uso de este ancho de banda para usar la tecnología que ellos crean conveniente. Si la tecnología a utilizarse es UMTS, y según como se estudió en el Capítulo 3, esta tecnología puede trabajar en los 1900MHz con 5MHz en Uplink y 5MHz en Dowlink, entonces la instalación, operación y explotación del sistema UMTS dentro del marco legal ecuatoriano no tendría ningún inconveniente, si es que las operadoras de telefonía celular implementan esta plataforma a sus redes.

4.3.2 FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR UMA

De manera similar, con la finalidad de que la tecnología UMA no ocasione ningún tipo de inconveniente a otro sistema que opere en la misma banda de frecuencia que la tecnología UMA, a continuación se consideran ciertos aspectos especificados en el marco legal que se deben tomar en cuenta.

La tecnología UMA, al hacer uso de las redes WLAN (IEEE 802.11b/g), debe operar dentro de las normas establecidas para su normal funcionamiento en el Ecuador, con el fin de no impedir o interrumpir el servicio, degradar su calidad o causar daño a otros sistemas de telecomunicaciones. Desde este punto de vista, la regulación ecuatoriana establece ciertas características para estas redes y que con la tecnología UMA se debe considerar.

Según el estudio realizado en el Capítulo 1, las redes inalámbricas WLAN (IEEE 802.11) trabajan de acuerdo a lo que manifiesta el **ART. 23** del Reglamento de Radiocomunicaciones, donde se menciona que “los usuarios del espectro radioeléctrico que operen equipos de radiocomunicaciones con potencias menores a 100mW sin antenas directivas y que no correspondan a sistemas de última milla y los que operen al interior de locales, edificios y en general áreas privadas con potencias menores a 300mW sin antenas exteriores, en cualquier tecnología, no requieren autorización del CONATEL”; sin embargo, estas redes pueden trabajar con potencias superiores a estas, por lo que para su operación es necesario su control.

Desde este punto de vista, y considerando que la red WLAN (para este caso IEEE802.11b/g) con tecnología UMA presenta como característica una potencia de transmisión en la entrada de la antena de +17dBm (50mW) para el Access Point, y +3/-2dBm (2mW/0.8mW) para la Estación Móvil, según se indica en el Capítulo 2, cumple con lo estipulado en el **ART.23** ya antes mencionado, por lo que su instalación, operación y explotación en el Ecuador se podría dar sin ningún problema. Pero para que esto sea posible, se debe considerar que estos equipos deben ser previamente homologados tomando en consideración al artículo 23.

Ahora bien, si bien es cierto que no se ha encontrado ningún inconveniente legal para implementar ya sea la tecnología UMA, así como también UMTS, estas tecnologías podrían ser utilizadas por varias empresas, independientemente, las cuales, como tal, deben ajustarse a un entorno legal.

4.4 FACTIBILIDAD LEGAL DE IMPLEMENTAR WLAN (IEEE802.11) SOBRE UMTS

La posibilidad legal de implementar redes WLAN (IEEE 802.11) sobre redes UMTS, deberá estar enmarcada en un entorno donde se consideren varios escenarios en el ámbito legal. Con esta consideración, el presente Proyecto realiza un estudio de los servicios de la red celular UMTS que se podrían usar por medio de la tecnología UMA a través de varios organismos. Esto conducirá al diseño de una estructura legal, desde el punto de vista de conexión o interconexión, en el caso de que estas dos tecnologías pertenezcan a prestadores de servicios de telecomunicaciones diferentes, como se explicará más adelante.

A manera de introducción, antes de entrar a estudiar estos aspectos legales, a continuación se considera un caso particular.

4.4.1 TECNOLOGÍA UMA IMPLEMENTADA SOBRE UNA RED PÚBLICA

Puede darse el caso de que la infraestructura tanto de UMTS como de UMA pertenezca a un mismo prestador de servicios de telecomunicaciones móviles, como en el caso de un operador de telefonía celular como PORTA o MOVISTAR.

En concordancia con el marco legal actual, la explotación de los servicios que podría prestar estas operadoras sobre estas dos tecnologías, no tendría ningún inconveniente pues la red de UMTS y UMA podría pertenecer a una misma operadora de telefonía celular y no existiría ningún proceso de conexión o interconexión. Por otro lado, los servicios que prestan estas operadoras ya cuentan con los títulos habilitantes respectivos y por lo tanto están en facultad legal de prestar dichos servicios a través de la red UMA.

4.4.2 TECNOLOGÍA UMA IMPLEMENTADA POR DISTINTOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Si la infraestructura de UMTS y UMA pertenecen a distintos prestadores de servicios de telecomunicaciones, a más de los servicios que el marco legal permite explotar o no, a ciertos prestadores de telecomunicaciones, se debe tomar en cuenta cuales son los prestadores de servicios de telecomunicaciones que podrían utilizar UMA y que se podría implementar sobre la infraestructura de UMTS de propiedad de otro prestador de servicios.

En este ámbito, se debe tomar en cuenta que las redes de tecnología celular pertenecen a operadoras celulares, las cuales constituyen redes públicas de telecomunicaciones, y que en primera instancia se espera que la red UMTS sea implementada por una operadora celular. Por otro lado, la tecnología UMA podría ser implementada por prestadores de servicios de telecomunicaciones, los cuales pueden ser públicos o privados, encontrándose de este modo dos posibilidades en el marco legal, para que esta implementación se realice de acuerdo a un convenio de Interconexión o un convenio de Conexión

4.4.2.1 Convenio de Interconexión

En el caso de la Interconexión, se debe tomar en cuenta que tanto la red UMA como la red UMTS deberían pertenecer a redes públicas de telecomunicaciones distintas, con la finalidad de que sus clientes y usuarios puedan comunicarse entre si o acceder a los servicios de estos operadores. En primera instancia se considera que estas redes públicas de telecomunicaciones son las redes de las operadoras de telefonía celular.

Ahora bien, si bien es cierto que la interconexión podría hacerse en cualquier punto de la red donde sea técnica y económicamente factible, salvaguardando la calidad del servicio, es necesario considerar que el factor decisivo para que esta implementación se realice es el aspecto económico; es decir, lograr un buen índice de utilidad y costo beneficio para las dos operadoras. Desde este punto de vista, aunque en el entorno técnico y legal sea posible la interconexión de UMA con UMTS, en el entorno económico puede verse limitado, tal como sucedería en el caso de que una operadora celular, que presta ciertos servicios, quisiera alquilar la red de otra operadora para proveer más de lo mismo, a un mayor costo pues debe alquilar infraestructura de la otra operadora, resultando al final en un menor beneficio para las dos operadoras.

Por este motivo, se considera que un convenio de interconexión entre redes públicas que utilizan por un lado UMA y por otro UMTS aunque es posible técnicamente, no es viable económicamente, por lo que se desecha esta alternativa.

4.4.2.2 Convenio de Conexión

Aquí se considera, según el marco legal vigente, que la red UMTS podría ser implementada por una operadora de telefonía celular (redes públicas móviles) y que la tecnología UMA podría ser una infraestructura implementada en cambio por los prestadores de los servicios de reventa, servicios de valor agregado y redes privadas, las cuales accederían a los servicios de las operadoras. Pero para

que se realice esto, se debe dar un acuerdo de **CONEXIÓN** previo a la explotación de dichos servicios.

Para permitir el acceso a una red pública de telecomunicaciones desde la infraestructura de los prestadores de servicios de reventa, servicios de valor agregado y redes privadas, cuyos sistemas sean técnicamente compatibles, se debe realizar, como ya se dijo, un convenio de conexión.

Para esto se debe considerar que los concesionarios que tengan redes públicas de telecomunicaciones deberá permitir la conexión a su red a todos los proveedores de servicios de reventa, de valor agregado y redes privadas, siempre que se cumplan las siguientes condiciones ⁶⁴:

- a. Que exista compatibilidad técnica entre sus redes;
- b. Que no se ocasione daño ni ponga en peligro la vida de las personas o la salud pública; y,
- c. Que no se degrade ni afecte la calidad del servicio, a consecuencia del uso indebido de redes a conectar o interconectar.

Asignando estas condiciones se puede concluir que, la tecnología UMA cumple con todas estas, por lo que toda conexión entre estas redes de telecomunicaciones debería efectuarse de manera eficiente, en concordancia con los principios de igualdad de acceso y trato no discriminatorio, según lo cual todo concesionario debe ofrecer las mismas condiciones técnicas, económicas y de mercado a quien solicite la conexión con la operada de red pública.

Ahora bien, para que se efectúe el convenio de conexión, se debe presentar un acuerdo de conexión entre las partes involucradas, el cual, según el **ART. 40** del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada (RGLETR), debe contener como mínimo lo siguiente y que en ciertos aspectos coincide con el convenio de interconexión:

⁶⁴ Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Art. 37

- a. Detalles de los servicios a ser prestados mediante la conexión u interconexión;
- b. Especificación de los puntos de conexión o interconexión y su ubicación geográfica;
- c. Diagrama de enlace entre las redes;
- d. Características técnicas de las señales transmitidas;
- e. Requisitos de capacidad;
- f. Índices de calidad de servicio;
- g. Responsabilidad con respecto a instalación, prueba y mantenimiento del enlace y de todo equipo a conectar con la red, y que pueda afectar la interconexión y la conexión;
- h. Cargos de conexión o interconexión;
- i. Formas y plazos de pago, incluyendo procedimiento de liquidación y facturación;
- j. Mecanismos para medir el tráfico en base al cual se calcularán los pagos;
- k. Procedimientos para intercambiar la información necesaria para el buen funcionamiento de la red y el mantenimiento de un nivel adecuado de conexión o interconexión;
- l. Términos y procedimientos para la provisión de llamadas de emergencia o con fines humanitarios, si es aplicable;
- m. Procedimientos para detectar y reparar averías, incluyendo el tiempo máximo a permitir para los distintos tipos de reparaciones;
- n. Medidas tomadas por cada parte para garantizar el secreto de las comunicaciones de los usuarios o abonados de ambas redes y de la información transportada en las mismas, cualquiera que sea su naturaleza o forma;
- o. Procedimientos para intercambiar información referente a cambios en la red que afecten a las partes interconectadas, junto con plazos razonables para la notificación y la objeción por la otra parte interesada;
- p. Duración del acuerdo y procedimientos para su renovación;
- q. Indemnizaciones por incumplimiento;
- r. Mecanismos para la resolución de controversias de todo tipo referentes a la interconexión y conexión de acuerdo con el reglamento; y,

- s. Cualquier otra información de tipo comercial que la Secretaría estime necesaria.

Ahora bien, en todo contrato de conexión se incluirá una cláusula en virtud de la cual, excepcionalmente, el CONATEL, mediante resolución, debidamente motivada, y previo trámite administrativo, podrá modificar los acuerdos de conexión para garantizar la interoperabilidad de los servicios y para evitar prácticas contrarias a la libre competencia.

De esto, según el **ART.41**, del RGLETR, los prestadores de servicios y operadores de redes de telecomunicaciones están obligados a negociar de buena fe, un acuerdo de conexión aceptable para ambas partes. Si en un plazo de sesenta (60) días no se ha llegado a un acuerdo de conexión, la Secretaría, a solicitud de una o de ambas partes, establecerá, con el debido fundamento, que estará a disposición de las partes, las condiciones técnicas, legales, económicas y comerciales a las cuales se sujetará la conexión dentro del plazo de cuarenta y cinco (45) días posteriores, salvo que las partes lleguen a un acuerdo antes de que la Secretaría emita su decisión.

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, en su intervención partirá de los términos ya acordados entre las partes y deberá observar un trato equitativo con respecto a los convenios de conexión similares que estén vigentes. La decisión motivada de la Secretaría será obligatoria para las partes y su cumplimiento será controlado por la Superintendencia de Telecomunicaciones. Una vez llegado a un acuerdo, las partes registrarán los acuerdos de conexión, y estarán en la capacidad de operar, de acuerdo al contrato de conexión.

En cuanto a los servicios que estos prestadores podrían brindar, a continuación se menciona lo siguiente.

4.4.2.2.1 Tecnología UMA usada por los Prestadores de servicio de reventa

Los prestadores de servicios de reventa, prestan servicios de reventa que son aquellos servicios finales que no involucran la participación directa del operador en los aspectos técnicos de la operación de los servicios de telecomunicaciones

ofrecidos y cuyos prestadores se dedican al mercadeo y facturación de los servicios de telecomunicaciones, en combinación con el suministro de equipos terminales a terceros. Los servicios de reventa, se refiere a una actividad de intermediación comercial mediante la cual un tercero ofrece al público servicios de telecomunicaciones que pueden ser servicios de telefonía pública, contratados con uno o más prestadores de servicios. Ejemplo de este servicio son: Los locutorios, cabinas y otros establecimientos que ofrecen el servicio de transmisión de voz, ya sea por medio de conmutación de paquetes o utilizando conmutación de circuitos, que para este caso, estos deberán sujetarse a lo que se establece en la “reventa de servicios”. El prestador de servicios de reventa podría prestar los servicios de telecomunicaciones ofrecidos por las operadoras de telefonía celular a terceros, para lo cual este requiere de una inscripción en el Registro que, al efecto, llevaría la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, y que caen fuera del alcance de este proyecto.

En resumen, la tecnología UMA podría ser implementada por los prestadores de servicios de reventa, para acceder a los servicios de la red pública, para lo cual se debe realizar el convenio de conexión ya antes mencionado.

4.4.2.2 Tecnología UMA usada por los Prestadores de servicios de valor agregado

Los prestadores de servicios de valor agregado (centros de información, centros que permiten acceso a la red de internet o “Ciber Cafés”), prestan el servicio de valor agregado, que implican la incorporación de aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida, incluyendo un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información y se soportan sobre un servicio final de telecomunicaciones.

En el caso específico de los prestadores de servicios de valor agregado que deseen implementar la tecnología UMA, la cual incluye interfaces y gateways que permiten conectar las comunicaciones de voz sobre las redes publicas de telecomunicaciones, según el **ART.5** en la Resolución 491-21 presentada por el CONATEL el 8 de septiembre del 2006, se menciona que “Ninguna persona natural o jurídica, incluyendo a los Proveedores de Servicio de Valor Agregado de

Internet, podrán usar, dentro del territorio nacional, dispositivos de conmutación, tales como interfaces o compuertas (gateways) o similares, que permitan conectar las comunicaciones de Voz sobre Internet o las llamadas sobre Internet a las Redes Públicas de Telecomunicaciones del Ecuador”. Consecuentemente la tecnología UMA no podría ser implementada por los prestadores de servicios de valor agregado. Se exceptúan de esta limitación a los operadores de telecomunicaciones debidamente autorizados, como son los prestadores de servicios de telecomunicaciones públicos (público fijo, público móvil)

Por otro lado según el **ART.5**, también quedan excluidos los establecimientos que deseen ofrecer voz sobre internet y que no cumplan con las condiciones establecidas en los artículos 3 y 4 de la Resolución No. 073-02-CONATEL-2005, independientemente de la facilidad tecnológica que utilicen. Estos establecimientos deberán sujetarse a lo que se establece en el “Reglamento del servicio de telefonía pública”.

Y también, según el **ART.6**, quedan excluidos también de esta restricción los locutorios, cabinas y otros establecimientos que ofrezcan el servicio de transmisión de voz, ya sea por medio de conmutación de paquetes o utilizando conmutación de circuitos, los cuales deberán sujetarse a lo que se establece en la “reventa de servicios” como se menciona en el Sub Capítulo anterior.

Ahora bien, esta es la restricción que se presenta a los prestadores de servicios de valor agregado (centros de información, los centros que permiten acceso a la red de internet o “Ciber Cafés”) en el marco legal actual en la implementación de la tecnología UMA. Por otro lado, si estos quisieran explotar cualquier servicio que prestan las operadoras de telefonía celular a través de UMA, debería existir un entorno legal en el cual, cualquier regulación que se pudiera hacer debería ir dirigida exclusivamente a proteger el desarrollo del mercado.

4.4.2.2.3 Tecnología UMA usada por redes privadas

Según el **ART.14**, del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada (RGGLETR), las redes privadas son redes utilizadas por personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, con el

propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad o bajo su control. Puede ser utilizada para la transmisión de voz, datos, sonidos, imágenes o cualquier combinación de éstos, que le compete a dicha organización.

Las redes privadas, pueden estar compuestas de uno o más circuitos arrendados, líneas privadas virtuales, infraestructura propia, o una combinación de éstos, y pueden abarcar puntos en el territorio nacional y en el extranjero. Estas redes son utilizadas únicamente para beneficio de un solo usuario y no podrán proveer, bajo ninguna circunstancia, la prestación de servicios a terceros, por lo que las redes privadas no podrán interconectarse entre sí, ni tampoco con una red pública. Esto también implica, en que una red privada no podrá ser utilizada, directa o indirectamente, para prestar servicios de telecomunicaciones en el territorio nacional o en el extranjero.

Desde este punto de vista, la única forma de que una red privada pueda utilizar la red UMTS de la operadora, es como un servicio portador para la red privada, en el que la Red privada podría implementar su propia infraestructura UMA y el único servicio que se debería mencionar en el convenio de conexión con la red pública, es la prestación del servicio portador.

Con esto, se puede observar que la tecnología UMA podría ser utilizada en diferentes ámbitos de aplicación según el marco legal vigente sobre las redes públicas que usen infraestructura UMTS. Pero, si bien es cierto que hasta ahora se ha encontrado la posibilidad, tanto técnica como legal, para que se pueda implementar UMA sobre UMTS, cabe la inquietud sobre el factor económico el cual suele ser decisivo en el momento de decidir si un proyecto es viable o no. Con este objetivo, el siguiente capítulo muestra en breves rasgos un estudio de costos, enfocado exclusivamente a comparar referencias de costos de equipos que se podría implementar en sistema UMA, respecto a las tecnologías celulares actuales.

⁶⁵ Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Art. 14

CAPÍTULO 5

ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE EQUIPOS DE LA TECNOLOGÍA CELULAR ACTUAL RESPECTO AL SISTEMA DE INTERCONEXIÓN

La historia ha demostrado que muchas veces debido al factor económico no se ha podido empezar y peor concluir una innovación, pues los costos son parte fundamental en la implementación de un proyecto. Dado que en el mundo de las comunicaciones móviles se manejan cantidades exorbitantes de dinero, para efectuar una inversión, las operadoras móviles elaboran un análisis futurista, de modo que a medida que pase el tiempo les sea menos costoso acceder a la tecnología de punta.

Obedeciendo este patrón de comportamiento, es necesario hacer un estudio de costos de tal de forma que se pueda tener un referente económico del Proyecto, para ayudar a la evaluación sobre la viabilidad del mismo.

Con este objetivo, y tomando en cuenta que la tecnología UMA define únicamente una nueva red de acceso que permite conectar a la Core Network de las operadoras celulares GSM/GPRS/UMTS, en el presente capítulo se realiza una comparación de costos de equipos de manera general, de la red de acceso UMA respecto a los precios de la red de Acceso actual GERAN.

5.1 COMPARACIÓN DE PRECIOS

Con el objetivo de comparar costos, se ha tratado de encontrar la información de precios de equipos en empresas que proveen estos equipos para PORTA y MOVISTAR, tales como SIEMENS en Ecuador, y empresas internacionales que brindan soporte a la tecnología UMA, como Alcatel, Nokia, etc. De los intentos

realizados, no se pudo obtener información, pues se encontró que la misma está reservada única y confidencialmente a las operadoras móviles.

Debido a este limitante, se optó por una estrategia diferente: identificar las razones económicas por las que tanto los operadores y usuarios deberían hacer uso o no de la tecnología UMA. A continuación se menciona lo dicho por quienes dan soluciones referentes a estas dos tecnologías como NOKIA, ALCATEL entre otras, mencionando las ventajas y desventajas económicas que la tecnología UMA involucra.

5.1.1 VENTAJAS DE USAR UMA

5.1.1.1 Beneficios para el operador móvil

Hay varias razones económicas por las que algunas operadoras móviles de otros países han implementado UMA, entre estas se menciona que:

Al implementar UMA en sus redes, el costo de los equipos es más conveniente que el de los equipos de la red de acceso GERAN, por lo que los operadores móviles tendrían una solución más económica si optan por UMA.

Otro aspecto económicamente rentable para las operadoras móviles tiene que ver con el uso del espectro electromagnético para el funcionamiento de la tecnología UMA. Para acceder a las redes móviles con tecnología GSM o UMTS, se utiliza a nivel de radio enlace un espectro por el cual pagar. Este valor cubre un costo por derecho de concesión de frecuencias y tarifas por su utilización. Ahora bien, dado que la tecnología UMA usa las redes inalámbricas IEEE802.11, y considerando lo dicho en el Capítulo 1 sobre el uso del espectro de estas redes, no necesita autorización para su operación, y solo pagará tarifas por el uso de frecuencias, las mismas que se especifican de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias. Desde este punto de vista, el costo de implementar la tecnología UMA para las redes móviles es económicamente más conveniente.

Hay otros aspectos donde la implementación de la tecnología UMA sería conveniente. Tal es el caso en zonas donde ya se ha implementado BTS pero no se ha logrado cubrir con eficiencia técnica ciertas zonas, en las cuales implementar otra BTS implicaría un costo adicional caro y que no justificaría su implementación. En esas circunstancias, cubrir esa zona con UMA sería una buena opción económica para la operadora.

5.1.1.2 Beneficios para el usuario

Considerando que la tecnología UMA utiliza una infraestructura IP, desde el punto de vista del usuario, la principal ventaja sería la de acceder a los servicios de las operadoras móviles a precios más competitivos.

En un reciente estudio realizado por la empresa ComScore a usuarios de diferentes operadoras móviles en los Estados Unidos, la razón principal por la que un usuario se cambiaría de operador móvil es por tener una mejor cobertura, seguido por los precios más bajos que estos operadores brinden (Tabla 5.1). Esta ventaja por lo tanto debería ser una buena razón para que un operador opte por UMA.

Razón	Porcentaje de Usuarios
Mejor Cobertura	27%
Precios bajos	14%
Familia & Amigos	13%
Mejor minuto	9%
Planes Futuros	9%
Ofertas Promocionales	8%
Por un teléfono específico	4%
Otras razones	16%

Tabla 5.1: Estudio realizado por ComScore a usuarios de diferentes operadoras móviles en los Estados Unidos

De hecho, en el estudio señalado se menciona que los usuarios de la operadora T-Móviles optan sus servicios debido a que los brinda a un precio mas bajo que la competencia.

Por este motivo, T-Móvil ha implementado la tecnología UMA, con la facilidad de prestar sus servicios a un precio más barato para el usuario, y ganar mayor número de clientes, en donde su rentabilidad está en el mayor número de usuarios.

5.1.2 DESVENTAJAS DE USAR UMA

La desventaja para el usuario podría estar, por un lado, en la adquisición de terminales para su uso. El costo de los teléfonos celulares no solo depende de las funcionalidades que éstos brindan sino también de la tecnología que manejan. Por ejemplo, funcionamiento dual, triband o “Quad band” como es en el caso de UMA: Siendo así, el costo podría representar un argumento desincentivador para el usuario.

Pero aún considerando esta desventaja, según manifiestan quienes dan soluciones con estos equipos, es innegable que los beneficios económicos a largo plazo, tanto para el usuario como para los operadores móviles la implementación de la tecnología UMA sea más conveniente y rentable.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Del estudio realizado en el presente Proyecto de Titulación se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Que la propuesta de implementar en el Ecuador redes inalámbricas WLAN (IEEE 802.11) sobre redes celulares de tercera generación UMTS mediante la utilización de la tecnología UMA, es factible realizando el siguiente proceso de implementación:
 - Tomar como punto de partida la estructura de las redes actuales GSM/GPRS/EDGE implementadas por las operadoras PORTA y MOVISTAR.
 - En forma paulatina ir introduciendo en fases o etapas la arquitectura correspondiente al Release 1999 de la red de tercera generación UMTS.
 - Paralelamente a la implementación del Release 1999 de UMTS, se debe introducir cada uno de los bloques funcionales e interfaces que permitan el uso de la tecnología UMA estudiados en este Proyecto.

Solo siguiendo este proceso se concluye que será más factible llegar a la funcionalidad completa de la nueva red, en donde los servicios de la operadora a través de UMTS estén disponibles a los usuarios a través de la tecnología UMA.

- Con el estudio realizado en el Capítulo 2 sobre la tecnología UMA, se puede concluir que las ventajas de utilizar esta tecnología son las siguientes:
 - Si finalmente UMA se adopta como un estándar válido en nuestro país y los terminales llegan al mercado, se lograría una convergencia entre redes de espectro regulado (las de las operadoras de telefonía móvil) y las de espectro de libre uso (la IEEE802.11 b/g), ya que UMA no define un servicio al usuario sino mas bien una nueva Red de Acceso donde los servicios de voz y datos GSM/GPRS/UMTS son asequibles a través de una conexión de banda ancha.
 - La operación de la tecnología UMA beneficia a las operadoras, porque los usuarios conectados con IEEE802.11 b/g no saturan las celdas de telefonía móvil y éstas pueden aumentar su cobertura sin necesidad de instalar nuevas antenas, ofreciendo mayor fiabilidad en la cobertura a oficinas, casas.
 - UMA es adecuada para proveer cobertura en Interior en localizaciones donde no es económica ni técnicamente fácil proveer cobertura GSM o WCDMA.
- En el Capítulo 3 de este Proyecto se determinó que el principal parámetro para determinar la factibilidad técnica de este proyecto es la disponibilidad de los equipos UMA. Por un lado, en el mercado nacional aun no están disponibles productos que operen con tecnología UMA, y por otro, si bien es cierto los productos disponibles en el mercado internacional permiten la migración a redes UMTS, el único limitante es que aún no se ofrecen soluciones de terminales para operar sobre UTRAN sino solo para operar sobre GERAN y UMAN. Sin embargo, se espera el apareamiento de productos UMA para teléfonos móviles para operar sobre UTRAN a finales del año 2007. Con estos antecedentes, y con la posibilidad de que MOVISTAR implemente su plataforma celular UMTS el año que viene

(2008), se considera que la implementación técnica de UMA sobre UMTS es factible.

➤ Con el estudio realizado en el Capítulo 4, respecto a la factibilidad legal de implementar UMA sobre UMTS, se llega a la conclusión según el marco legal vigente, de que la tecnología UMA sería factible legalmente implementarla sobre UMTS bajo las siguientes consideraciones:

- Dado que la tecnología UMA y UMTS, por operar en zonas del espectro electromagnético, necesitan el debido permiso para trabajar en las bandas permitidas para su uso, y considerando que las bandas de frecuencia permitidas para las redes radioeléctricas y para las operadoras celulares, son también para uso de UMA como de UMTS, no se presenta este inconveniente legal para su operación.
- Que el marco legal permite la regulación de servicios y no de tecnología, por lo que la implementación de la tecnología UMA sobre UMTS en el Ecuador por una operadora celular es posible desde el punto de vista de que a través de UMTS se puede ofrecer algunos servicios que prestan las redes GSM/GPRS de las operadoras celulares y que en la actualidad ya les han sido atribuidas a estas, a través de un proceso de conseción o un permiso, dependiendo del servicio.
- Que los prestadores de servicios de reventa, servicios de valor agregado y redes privadas podrían hacer uso de la tecnología UMA implementada sobre la posible red UMTS de las operadoras celulares para acceder a ciertos servicios (especificados en el Capítulo 4), pero que adicionalmente deben realizar un debido Convenio de Conexión.

➤ Tomando en consideración el estudio realizado en el Capítulo 5, donde se compara precios de la red de acceso UMAN respecto a la red de acceso GERAN, se llega a la conclusión de que definitivamente el implementar UMAN representa un ahorro a las operadoras celulares a nivel de equipos, pues su costo es mucho mas barato.

- El proceso de implementación, operación y explotación de la tecnología UMA conectada sobre UMTS debe tener un monitoreo o seguimiento constante, de tal manera que se pueda diagnosticar la evolución del mismo. Al hablar de un diagnóstico se debe hacer referencia a las oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas que conllevan el desarrollo de un proceso, en consecuencia de UMA se puede indicar lo siguiente.

Oportunidades:

- Creciente demanda de servicios
- Aprovechamiento de economías a escala. Reducción de costos.
- Avance hacia la sociedad de la información
- Acceso a nuevas áreas de la cadena de valor. Es decir, son las posibilidades para mejorar los procesos empresariales internos y externos. La cadena de valor podría tener los siguientes componentes: contenidos, servicios, infraestructura, acceso, terminales. Los elementos más críticos de esta cadena son los contenidos y los servicios de acceso.

Fortalezas:

- Globalización. Desde nuestro punto de vista es el hecho de agrupar los servicios de telecomunicaciones en cada país para luego integrarse progresivamente a nivel regional y mundial, siendo esta la tendencia actual en el campo de las telecomunicaciones.
- Digitalización: Es una tendencia clara a dejar atrás todo lo analógico, lo cual implica, desde el punto de vista del usuario, tener servicios de excelente calidad.
- Tarifa plana. Es decir, que los usuarios paguen tarifas sin importar los servicios que utilice, sino simplemente el tiempo de conexión a precios razonables, lo cual propugnaría la masificación de usuarios y réditos económicos para los operadores de servicios.

Debilidades:

- Incapacidad del mercado para la integración de servicios
- Política comercial. Políticas empresariales que restringen el hecho de integrarse por temores a fracasos económicos o simplemente por inmovilidad gerencial.
- Falta de agilidad, flexibilidad y eficiencia. Básicamente pueden surgir por ignorancia, falta de convencimiento en la conveniencia y éxito de una red de integración o por trabas legales.

Amenazas:

- Posiblemente las políticas y decisiones de inversión.
- Complejidad en la implementación, debido al cambio de los equipos y convivencia de las redes de generaciones anteriores.

De este estudio, se puede concluir que la implementación de la tecnología UMA es conveniente y por lo tanto factible porque el avance a la sociedad de la información es incontenible, al igual que la creciente demanda de servicios con una reducción de costos dentro del ámbito de la globalización. De manera que las políticas comerciales, económicas y tecnológicas temerosas e inmovilistas tendrán que dar un giro radical para no correr el riesgo de quedarse a la zaga o desaparecer.

6.2 RECOMENDACIONES

- Este Proyecto de Titulación se limita a encontrar la factibilidad de implementar la tecnología UMA sobre UMTS en el Ecuador, por lo que no se realizó ningún estudio de diseño. Se recomienda entonces enfocar estos criterios en futuros proyectos de titulación hacia ejemplos concretos de implementación, es decir en diseños de la tecnología UMA sobre UMTS en situaciones reales y necesarias.

- Se recomienda además analizar y estudiar una parte importante en lo referente al dimensionamiento en la interacción de estas dos redes, como es el caso de Calidad de Servicio (QoS), lo cual constituyen el soporte fundamental dentro de la optimización de una red.

- Actualmente no existe el marco regulatorio que brinde las facilidades de utilización de servicios sobre Internet en nuestro país, por lo que se recomienda investigar y analizar el establecer leyes y reglamentos que amparen el uso debido de estos servicios. Cualquier regulación que se pudiera hacer debería ir dirigida exclusivamente a proteger el desarrollo en el mercado. Esto implica garantizar la conectividad, la convergencia de servicios, la externabilidad (Redes pequeñas que logren interconectar con redes más grandes con el fin de aumentar las posibilidades de negocios) y la facilidad de entrada y de salida en el mercado de los aspirantes a operadores. Las regulaciones deben considerar aspectos como:
 - Políticas fiscales del comercio electrónico
 - Los temas jurisdiccionales entre estados
 - La propiedad intelectual y la protección de derechos de autor
 - La protección de datos, el derecho de marcas, autenticación y la protección de los consumidores.
 - Seguridad y contenido ilegal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

- [1] *Comunicaciones Móviles de Tercera generación UMTS*. J.M. Hernando Rábanos, C. Lluçh Mesquida. Telefónica Móviles España S.A.
- [2] *Mobile Radio Networks. Networking and Protocols*. B.H. Walke. J. Wiley & Sons 1999.
- [3] *Convergencia, competencia y regulación de los mercados de las telecomunicaciones, el Audiovisual e Internet*. Grupo de Regulación de las Telecomunicaciones (Gretel 2000). Volumen II. Julio 2003.
- [4] *RADCOM, Guía completa de protocolos de telecomunicaciones*, McGraw-Hill serie de telecomunicaciones primera edición en español.

Páginas Web

- [5] www.umtsforum.net/noticias
- [6] www.3gpp.org
- [7] <http://www.ietf.org>
- [8] <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ipsec-ikev2-15.txt>
- [9] <http://www.porta.net>
- [10] <http://www.movistar.com.ec>
- [11] <http://www.alegropcs.com>
- [12] <http://es.wikipedia.org>
- [13] <http://umatechnology.org/>
- [14] <http://www.umatoday.com/umaStandard.php>
- [15] <http://www.umatoday.com/devicePlatformsNexperia6120.php>
- [16] <http://www.umatoday.com/devicesTTAeroflex.php>
- [17] <http://www.umatoday.com/networkSolutionsKinetoIPUNC.php>
- [18] <http://www.umatoday.com/networkSolutionsMotorola.php>
- [19] <http://www.umatoday.com/networkSolutionsEricsson.php>
- [20] <http://www.umatoday.com/networkSolutionsAlcatel.php>
- [21] <http://www.umatoday.com/securityGateways.php>

- [22] <http://www.umatoday.com/securityGatewaysNetrakeSecurityGateway.php>
- [23] <http://www.umatoday.com/securityGatewaysReefpointSecurityGateway.php>
- [24] <http://www.umatoday.com/networkSolutionsAlcatel.php>
- [25] <http://www.aeroflex.com/products/commtest/conformance/GAN-UMA.cfm>
- [26] <http://www.unik.orange.fr/>
- [27] <http://www.theonlyphoneyouneed.com/>
- [28] <http://www.vitendo.com/products.html>
- [29] http://www.nokia.com/NOKIA_COM_1/Press/Press_Events/cmd_2006/pdf/Unlicensed_Mobile_Access_backgrounder.pdf
- [30] <http://europe.nokia.com/A4254246>
- [31] <http://www.kineto.com/>
- [32] <http://www.kineto.com/products/index.html>
- [33] http://www.kineto.com/products/mobile_device.html
- [34] <http://www.alcatel-lucent.com/wps/portal>
- [35] <http://www1.alcatellucent.com/products/productssummary.jsp?productNumber=tc:228-156491635>
- [36] <http://www1.alcatellucent.com/products/productssummary.jsp?relativePath=/x/opgproduct/5020mcg.jhtml>
- [37] http://www1.alcatellucent.com/products/productssummary.jsp?productNumber=a1000mm_e10_csn_cne
- [38] <http://www1.alcatellucent.com/products/productssummary.jsp?productNumber=a1300cmc>
- [39] <http://www1.alcatellucent.com/products/productssummary.jsp?productNumber=tc:228-294421635>
- [40] <http://www1.alcatellucent.com/products/productssummary.jsp?productNumber=tc:228-334451635>
- [41] [http://broadband.motorola.com/catalog/product_documents/RSG_Series_530100-001-a\(repaged\).pdf](http://broadband.motorola.com/catalog/product_documents/RSG_Series_530100-001-a(repaged).pdf)
- [42] <http://www.motorola.com/content.jsp?globalObjectId=2364-8176>
- [43] http://www.ericsson.com/technology/tech_articles/GAN.shtml
- [44] http://www.ericsson.com/technology/whitepapers/3035_gan_a.pdf
- [45] <http://www.netrake.com/>
- [46] <http://www.netrake.com/controllers-ncite-security.htm>

- [47] http://www.netrake.com/pdf/SG_Customer.pdf
- [48] http://www.reefpoint.com/site/content/fmc_applications.asp
- [49] <http://www.nxp.com/>
- [50] <http://www.supertel.gov.ec/>
- [51] http://www.supertel.gov.ec/Telecomunicaciones/t_celular/estadisticas.htmn
- [52] http://www.conatel.gov.ec/website/servicios/serv_varios/banda_ancha.php?cod_cont=42&nomb_grupo=serv_varios&cod_nivel=n2
- [53] http://www.conatel.gov.ec/website/estadisticas/est_fodetel.php?cod_cont=161

Revistas, proyectos, documentos pdf.

- [54] *Coexistencia entre los sistemas Móviles de 2G y 3G*, José Emilio Vila Areste, Luis Miguel Campo y Cervera, Emilio Mino Mino Díaz, Lorenzo Cámara Pérez Telefónica Investigación y Desarrollo.
- [55] *Arquitectura y protocolos para el desarrollo de nuevos servicios de valor añadido sobre redes GPRS y UMTS*. Solana Álvarez, José; Sobre Jular, Ana; Zuidweg, Johan. Comunicaciones de Telefónica I+D. Número 21, Junio 2001.
- [56] *Regulación de nuevos servicios y aplicaciones IP*. VTC, The International Telecommunication Union, 2002.
- [57] *UMTS Mobile Communications for the future*, F. Muratore, Jhon Wiley & Sons, 2003

Estándares

- [58] *3GPP TS 23.002, Rel-4*, “Network Architecture” doc.3GPP, Abril 1999
- [59] *3GPP TS 23.003 v 4.9.0*, “Numbering, addressing and identification”, doc. 3GPP
- [60] *3GPP TS 23.101 v 6.0.0*, “General Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) architecture”, Doc. 3GPP. Diciembre 2004
- [61] *3GPP TS 25.410 v.4.5.0*, “UTRAN Iu Interface: general aspects and principles” Doc. 3GPP
- [62] *3GPP TS 23.101 v 3.1.0* “Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)”
- [63] *3GPP TS 29.234 v 6.9.0*, “3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN), interworking”, Doc. 3GPP, Diciembre 2006.

- [64] **3GPP TS 43.318 v 6.8.0**, "Generic Access Network to the A/Gb interfaces, Stage 2", Doc. 3GPP, Noviembre 2006
- [65] **3GPP TS 44.064 v4.3.0**, "Logical Link Control (LLC) Layer Specification", doc 3GPP
- [66] **3GPP TR 50.059 v4.0.1**, "Data rates for GSM evolution (EDGE)", Doc. 3GPP
- [67] **Internet Key Exchange (IKEv2) Protocol**, Internet Draft draft-ietf-ipsec-ikev2-15.txt, August 2004.
- [68] **IETF RFC 4303**, "IP Encapsulating Security Payload (ESP)", December 2005.
- [69] **IETF RFC 4187**, " Extensible Authentication Protocol Method for 3rd Generation Authentication and Key Agreement (EAP AKA)", January 2006.
- [70] **IETF RFC 4306**, "Internet Key Exchange (IKEv2) Protocol", December 2005.

Leyes y Reglamentos

- [71] Ley Especial de Telecomunicaciones reformada
- [72] Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada
- [73] Reglamento de Radiocomunicaciones
- [74] Reglamento de Derechos de Concesión y tarifas por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico
- [75] Reglamento para el servicio de telefonía móvil celular
- [76] Reglamento para la prestación del servicio móvil avanzado
- [77] Reglamento de Interconexión
- [78] Reglamento para la prestación de servicios portadores
- [79] Reglamento para homologación de equipos de telecomunicaciones
- [80] Reglamento para homologación de equipos de telecomunicaciones
- [81] Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha
- [82] Resolución 491-21 presentada por el CONATEL el 8 de septiembre del 2006
- [83] Resolución No. 073-02-CONATEL-2005
- [84] Plan Nacional de Frecuencias

ACRÓNIMOS

3GPP: 3rd Generation Partnership Project, Proyecto de la Sociedad de la 3ra Generación.

A

AAA: Authentication, Authorization and Accounting

AMPS: Advance Mobile Phone Service, Servicio de Telefonía Móvil Avanzado

AN: Access Network, Red de Acceso.

AP: Access Point, Punto de Acceso

ARFCN: Absolute Radio Frequency Channel Number, Número de Canales de Radio Frecuencia Absoluta

AuC: Autentication Centre, Centro de Autenticación.

B

BCCH: Broadcast Control Channel, Canal de Control General

BG: Border Gateway, Gateway Frontera.

BSC: Base Station Controller, Controlador de estación base.

BSS: Base Station Subsystem, Sub sistema de Estación Base

BSIC: Base Atation Identity Code, Código de identificación de estación base

BTS: Base Transceiver Station, Estación transceptora base.

C

CDMA: Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Código.

CGI: Cell Global Identification, Identificación de Celda Global

CITEL: Comisión Interamericana de Telecomunicaciones

CN : Core Network, Núcleo de Red.

CONARTEL: Concejo Nacional de Radiodifusión y Televisión

CONATEL: Concejo Nacional de Telecomunicaciones

CS: Circuit Switching, Conmutación de Circuitos.

D

DNS: Domain Name System, Sistema de Dominio de Nombres

E

EDGE: Enhanced Data Rates for Global Evolution, Velocidades de Datos Avanzados para Evolución Global.

EIR: Equipment Identity Register, Registro de Identidad de Equipos.

ETSI: European Telecommunications Standards Institute, Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo.

F

FCC: Federal Communications Commission

FQDN: Fully Qualified Domain Name, Nombre de Dominio Totalmente Calificado

FA: Foreign Agent, Agente externo.

FDD: Frequency Division Duplex , Duplexación por División de Frecuencia.

G

GAN: Generic Access Network, Red de Acceso Genérico

GERAN: GSM EDGE Radio Access Network, Red de Radio Acceso de GSM y EDGE

GGSN: Gateway GPRS Support Node, Nodo Soporte GPRS Pasarela.

GMSC: Gateway Mobile Switching Center, Central de Conmutación móvil frontera.

GPRS: General Packed Radio System, Sistema General de Radio Paquetes.

GSM: Global System Mobile, Sistema Móvil Global.

GTP: GPRS Tunneling Protocol, Protocolo de Tunneling GPRS.

H

HLR: Home Location Register, Registro Propio de Localización.

HSS: Home Subscriber Server, Servidor de Suscripciones locales.

I

IETF: Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo de Ingeniería Internet.

IM: IP multimedia.

IMEI: International Mobile Station Equipment Identity, Identidad de Equipo de Estación Móvil Internacional.

IMSI: International Mobile Subscriber Identity, Identidad del Suscriptor Móvil Internacional

IMT-2000: Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000.

IP: Internet Protocol, Protocolo de Internet.

ISP: Internet Service Provider, Proveedor de Servicio de Internet

IWF: Interworking Function, Función de Interfuncionamiento.

L

LAI: Location Area Identity, Identidad de Área de Localización

LLC: Logical Link Control, Control de enlace lógico

M

MAC: Medium Access Control, Control de Acceso al Medio

ME: Mobile Equipment, Equipo Móvil.

MGW : Media Gateway Function, Función de pasarela multimedia.

MM: Mobility Management, Gestión de Movilidad.

MS: Mobile Station, Estación Móvil.

MSC : Mobile Switching Center, Centro de Conmutación Móvil.

N

NSS: Network SubSystem, Sub Sistema de Red

O

OSS: Operator Specific Service, Servicio Específico del Operador.

P

PDN: Public Data Network, Red Pública de Datos.

PDP: Packeting Data Protocol, Protocolo de Datos en Paquetes.

PLMN: Public Land Mobile Network, Red Móvil Terrestre Pública.

PS: Packet Switching, Conmutación de Paquetes.

PSTN: Public Switching Telephonic Network, Red de Telefonía Pública Conmutada.

Q

QoS: Calidad de Servicio.

R

RLC: Radio Link Control

RNC: Radio Network Controller, Controlador de Red Radio.

RNS: Radio Network System, Sistema de red radio.

RR: Radio Resource , Recurso de Radio

RTP: Real Time Protocol, Protocolo de Tiempo Real

S

SCP: Puntos de Control de Servicio

SGW: Secure Gateway, Gateway de Seguridad

SMA: Servicio Móvil Avanzado

SGSN: Serving GPRS Support Node, Nodo que soporta servicios GPRS.

SMS: Short Message Service, Servicio de Mensajes Cortos.

SM-SC: Short Message Service Center, Centro de Servicios de Mensajes Cortos

SMS-GMSC: Short Message Service Gateway MSC

SMS-IW MSC: Short Message Service Interworking MSC

SNT: Secretaría Nacional de Telecomunicaciones

STMC: Servicios de Telefonía Móvil Celular

SUPTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones

T

TCP: Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transporte

TMSI: Temporary Mobile Subscriber Identity, Identidad Temporal del Abonado Móvil

TDD: Duplexación por División de Tiempo.

U

UE: User Equipment, Equipo de Usuario.

UDP: User Datagram Protocol, Protocolos de datagrama de usuario.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

UMA: Unlicensed Mobile Access, Acceso Móvil Sin licencia

UMAC: Unlicensed Mobile Access Consortium, Consorcio de Acceso Móvil Sin licencia

UMAN: Unlicensed Mobile Access Network

UMTS: Universal Mobile Telecommunication System, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.

UNC: UMA Network Controller, Controlador de Red UMA

USIM: UMTS Subscriber Identity Module, Módulo de Identificación de Suscriptor.

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network, Red de Acceso de radio terrestre
UMTS.

V

VLR: Visitor Location Register, Registro de Localización Visitante.

VoIP: Voice over IP, Voz sobre IP

VPN: Virtual Private Network, Red Privada Virtual.

W

WAP: Wireless Application Protocol, Protocolo para Aplicaciones Inalámbricas.

WAS: Wireless Access Systems, Sistemas de Acceso Inalámbrico

WCDMA: Wideband Code Division Multiple Access, Acceso múltiple por división de código de banda ancha

WCS: Wireless Call Server, Servidor de Llamadas Inalámbrico

WNC: Wireless IP Network Controller, Controlador de Red IP Inalámbrico

WMG: Wireless Media Gateway, Medio Gateway Inalámbrico

ANEXO A

**Equipos Homologados por la
Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SNT) y la
Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL)**

ANEXO B

Especificación 3GPP TS 43.318 (Rel. 6)

ANEXO C

Especificaciones Técnicas de equipos con tecnologíaUMA