



Presentan

Ing. HANER GOMEZ MEDINA

Ing. ANTONIO LIÑAN COLINA

Directora

Ing. MARGARITA UPEGUI FERRER Msc.

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
CARTAGENA DE INDIAS**

2004

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C

Enero 22 de 2005

Yo HANER ENRIQUE GOMEZ MEDINA, identificado con la cédula de ciudadanía número 73.202.443 de la ciudad de Cartagena. Autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo ON LINE de la Biblioteca.

HANER ENRIQUE GOMEZ MEDINA

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C

Enero 22 de 2005

Yo ANTONIO JESUS LIÑAN COLINA identificado con la cédula de ciudadanía número 73'196.546 de la ciudad de Cartagena. Autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo ON LINE de la Biblioteca.

ANTONIO DE JESUS LIÑAN COLINA

ANALISIS DEL PROTOCOLO IMT-2000 EN REDES INALAMBRICAS Y POSIBLES SERVICIOS Y APLICACIONES PARA USUARIOS MOVILES

Realizado por: Ing. HANER GOMEZ MEDINA
Ing. ANTONIO LIÑAN COLINA

Director: Ing. MARGARITA UPEGUI FERRER Msc.

Objetivo General:

Investigar las características y aplicaciones del nuevo protocolo de comunicación inalámbrica IMT-2000 enfocados al usuario terminal móvil.

Metodología de Investigación descriptiva

Resultados:

Las tecnologías de la Tercera Generación se obtendrán gracias a la introducción de nuevas tecnologías de comunicaciones de datos.

El IMT–2000 es una iniciativa de la UIT encaminada a ofrecer acceso inalámbrico a la infraestructura mundial de telecomunicaciones a través de una combinación de sistemas satélite, terrenales fijos y móviles. Se está desarrollando sobre la base de "familia de Sistemas".

El proceso de selección de la interfaz de aire del IMT – 2000 finalizó con la escogencia del estándar WCDMA, después de 15 propuestas hechas por distintos países. WCDMA es la Tercera Generación de las redes Inalámbricas, WCDMA

apoya totalmente la comunicación por paquetes y por conmutación de circuitos; es capaz de reunir los requisitos de la ITU entregando los datos a gran velocidad, sonido con alta calidad y servicios de vídeo a bajo costo, esta tecnología es muy similar a la actual CDMA con la diferencia marcada de un ancho de banda de 5 MHz por cada portadora que tiene WCDMA. El Concepto de WCDMA está basado en la estructura de capas (desde L1 a L3), así como también estructura de Time Slot.

WCDMA apoya el protocolo utilizado en Internet (IP). Este Protocolo IP, apoya en camino de comunicación externa e interna de allí la primacía en su integración. El camino de evolución de GSM a WCDMA incluye la fase GPRS (Servicio General de Paquetes de Radio). Una prueba exitosa con WCDMA fue en 1998 el sistema experimental a NTT DoCoMo en Japón.

Una de las claves de la visión de la UIT del IMT – 2000 era la atribución unificada del espectro de frecuencias radioeléctricas en todo el mundo, lo cual obviaba la necesidad de un equipo complejo que pudiese funcionar con toda una gama diferente de frecuencias y ajustarse automáticamente a ellas. Después de 2 importantes conferencias de Radiocomunicaciones se estableció un ancho de banda de 230 MHz para el IMT – 2000 a nivel mundial y en la CMR-95 se aumentó ligeramente dicha atribución para el componente de satélite del sistema.

TEMARIO

i. Introducción	
ii. Justificación	
iii. Objetivos	
1. PROTOCOLO IMT-2000	1
1.1. Definición.	1
1.2. Antecedentes del IMT – 2000.	3
1.1.1. Primera Generación	4
1.1.2. Segunda generación	5
1.1.3. Tercera Generación	6
1.2. Evolución de IMT – 2000	7
2. ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACION DEL IMT-2000	8
2.1. Descripción de necesidades técnica.	8
2.2. Distribución del espectro de frecuencias.	10
2.3. Descripción del espectro final para IMT–2000	12
2.3.1. Componente terrenal	12
2.3.2. Componente Satelital	12
2.3.3. Componente HAPS (estaciones de plataforma de gran altitud)	12
2.4. Mínima cantidad de espectro	14
2.5. Asignación de espectro mínima a los operadores	15
3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y ESPECIFICACIONES	17
3.1. Interfases de aire IMT – 2000	17
3.2. Evolución de CDMA a IMT – 2000	18
3.2.1. CdmaOne	19
3.2.2. CdmaOne / IS-95-A	19
3.2.3. CdmaOne/IS-95-B	20
3.2.4. Cdma2000	20
3.2.4.1. Cdma2000 Fase I	20
3.2.4.2. Cdma2000 Fase II	21
3.2.5. Cdma2000 1XEV	21
3.3. Evolución de GSM a IMT – 2000	22
3.3.1. High Speed Circuit-Switched Data (HSCSD)	23
3.3.2. General Packet Radio System (GPRS)	23
3.3.3. Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)	24
3.4. WCDMA/IMT – 2000	25

3.4.1.	Funcionamiento CDMA	27
3.4.2.	Modulación.	33
3.4.3.	Codificación.	33
3.5.	Esquema de acceso UTRA.	33
3.6.	Arquitectura del IMT – 2000.	35
3.6.1.	Interfase lu.	35
3.6.2.	RNC	36
3.6.3.	NODO B	38
3.7.	Tipos de canales en el IMT – 2000.	38
3.7.1.	Canales lógicos	38
3.7.1.1.	Canales de control	39
3.7.1.2.	Canales de tráfico	39
3.7.2.	Canales de Transporte.	40
3.7.2.1.	Canales de Transporte Comunes.	40
3.7.2.2.	Canales de Transporte Dedicados.	41
3.7.3.	Mapeo de canales lógicos en canales de transporte.	41
3.7.4.	Canales Físicos.	42
3.7.4.1.	Canales Físicos que llevan un canal de transporte.	42
3.7.4.2.	Canales Físicos requeridos para operación del sistema.	43
3.8.	Control de Potencia.	43
3.9.	Handover en IMT – 2000 (WCDMA).	44
3.10.	Autenticación y Parámetros de Seguridad.	46
4.	CONVERGENCIA Y MOVILIDAD	46
4.1.	Objetivos de movilidad y convergencia propuestos por IMT-2000	47
4.1.1.	Armonización	48
4.1.2.	Modulo de identidad de usuario	48
4.1.3.	Entorno de red para los usuarios móviles IMT 2000.	49
4.1.4.	Requerimientos para la implementación de redes IMT-2000	50
4.1.4.1.	Requerimientos de servicio	50
4.1.4.2.	Requerimientos de red	51
4.1.5.	Utilización de una red fija como "red de acceso fijo" IMT-2000.	51
4.1.6.	Registro de servicio.	53
4.1.7.	Mecanismo de identidad única de usuario.	55
4.1.8.	Requisitos de capacidad para terminal fijo mejorado (FTE).	56
4.1.9.	Requisito de capacidad de señalización	56
4.1.10.	Requisito de relación de la identidad de usuario	56
4.1.11.	Interfaz de usuario mejorada.	57
4.1.12.	Requisitos funcionales de gestión de movilidad en las redes fijas	58
4.2.	Ventajas de la convergencia móvil	59
4.3.	Mejoras generales a las redes fijas necesarias para el soporte de abonados móviles	61
4.4.	Mejoras generales a las redes fijas necesarias para el soporte de abonados móviles	63
4.5.	Diversas familias de red IMT-2000 e interfaces NNI FMP.	64
4.4.1.	Interfaces del FMP con las redes fijas	65
4.4.2.	Acuerdos entre operadores para la itinerancia de redes convergentes.	66
4.6.	Arquitectura de una red basada en IMT-2000.	66
5.	SERVICIOS CONCEBIDOS SOBRE IMT – 2000.	69

5.1.	Tarificación de servicios 3G.	69
5.1.1.	Contenido de conectividad	70
5.1.2.	Información de movilidad.	70
5.1.3.	Voz mejorada.	70
5.2.	Servicios por área de demanda.	70
5.2.1.	Información de entretenimiento personalizada (Infotainment)	70
5.2.2.	Mensajería multimedia	70
5.2.3.	Acceso móvil Intranet/Extranet	71
5.2.4.	Acceso móvil a Internet.	71
5.2.5.	Servicios basados en la localización	71
5.2.6.	Voz mejorada	71
5.3.	Requerimientos de los servicios de Tercera generación.	72
5.3.1.	Ambientes inteligentes	72
5.3.2.	Calidad de servicio QoS	73
5.3.3.	Seguridad	73
5.3.4.	Sofisticación	73
5.3.5.	Alta velocidad	74
5.3.6.	Flexibilidad	74
5.3.7.	Capacidad	74
5.3.8.	Asequibilidad	74
5.3.9.	Compatibilidad	75
5.3.10.	Movilidad	75
5.4.	Ejemplos de algunos servicios 3G orientados a la telefonía y sistemas móviles.	75
5.4.1.	Presionar para hablar por el celular (PoC)	76
5.4.2.	Compartir video en tiempo real	76
5.4.3.	Juegos interactivos	76
5.4.4.	Servicios de mensajería instantánea	76
5.4.5.	Voz y videotelefonía habilitada por IMS	77
6.	ESTÁNDARES QUE LA SOPORTAN (DE ACUERDO AL PAÍS Y TECNOLOGÍA)	78
6.1.	Europa	81
6.2.	Japón	82
6.3.	Corea	82
6.4.	Estados Unidos	82
6.5.	CITEL	84
6.5.1.	Canadá	84
6.5.2.	Brasil, México y Venezuela	85
6.6.	Argentina	88
7.	PROTOTIPOS EXISTENTES Y EMPRESAS DE TELEFONÍA INVOLUCRADAS.	90
8.	CONCLUSIONES	94
9.	BIBLIOGRAFÍA	95

INTRODUCCIÓN

Los usuarios móviles se multiplican cada vez más rápido a nivel global, alcanzando índices de penetración comparables a la telefonía fija, pero a medida que el mercado crece también aumentan los requerimientos de calidad, servicios integrados y requieren no sólo una red que les brinde servicios de voz en una región determinada, sino de una plataforma capaz de permitir la movilidad e itinerancia a nivel mundial y el acceso a servicios multimedia de gran prestación.

Para esta causa actualmente existen dos organismos trabajan de forma paralela, con conceptos similares pero con objetivos de aplicación diferentes: el Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standar Institute) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, Union International Telecommunications).

Los avances en materia de sistemas de tercera generación 3G que adelanta la UIT, se denominaron en primera instancia como Futuros Sistemas Públicos de Telecomunicaciones Móviles Terrestres (FPLMTS, Future Public Land Mobile Telecommunication System), sin embargo actualmente ha cambiado de nombre y se habla del Sistema de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT-2000, International Mobile Telecommunication-2000) como un proyecto que ha estado desarrollando la UIT-R y la UIT-T a través del Grupo de Tareas Especiales 8/1 (GTE 8/1) y la Comisión de Estudio 11, respectivamente.

En la siguiente monografía se muestran las características del protocolo IMT-2000 y su aplicabilidad en el desarrollo de la telefonía móvil y el advenimiento de la nueva gama de servicios para sistemas de tercera generación.

JUSTIFICACIÓN

Ante la necesidad de desarrollar e implementar nuevos servicios para satisfacer la creciente necesidad y demanda de sistemas de comunicación cada vez más rápidos, integrales, seguros y de mayores prestaciones, es necesario comenzar a estudiar y evaluar posibles soluciones que permitan la migración a redes de banda ancha que integren todos los servicios conocidos y requeridos en un solo concepto, estimulando el desarrollo de nuevos protocolos de redes y servicios afianzando así el camino para el mejor aprovechamiento de los medios existentes de comunicación inalámbrica y las nuevas tecnologías venideras, integrando así a todos los futuros usuarios de estos servicios en sistemas que garanticen la conectividad, la movilidad y calidad de los servicios a ofrecer.

OBJETIVOS

General:

Investigar las características y aplicaciones del nuevo protocolo de comunicación inalámbrica IMT-2000 enfocados al usuario terminal móvil.

Específicos:

- Investigar las características funcionales y operativas del protocolo IMT-2000.
- Especificar los estándares y protocolos sobre el cual se soporta el protocolo IMT-2000.
- Investigar la arquitectura propuesta por el protocolo IMT-2000.
- Investigar los modelos de convergencia y movilidad propuestos por la UIT dentro del protocolo IMT-2000.
- Investigar los servicios soportados por este nuevo protocolo y su manejo.

LISTADO DE FIGURAS

1. Distribución mundial del espectro de frecuencias 3G	13
2. Espectro de frecuencia UMTS después de WRC2000	15
3. Bandas de frecuencia que emplean FDD y TDD	16
4. Evolución del CDMA2000	21
5. Fases de las redes CDMA según su velocidad de datos y aplicaciones	24
6. Evolución de la plataforma GSM	25
7. Fases de evolución de GSM según velocidad de datos y aplicaciones	28
8. Técnicas de acceso al medio	29
9. Código DSCDMA	30
10. Efecto cerca-lejos	33
11. Esquema de acceso UTRA	36
12. Espectro de IMT-2000 (FDD, TDD)	36
13. Arquitectura IMT-2000	37
14. Cell breathing	46
15. Integración de las redes existentes para IMT-2000	51
16. Plano de movilidad fija FMP	66
17. Trayectoria de migración de FMP	67
18. Arquitectura de capas de cobertura para abonados móviles	70
19. Servicios de 3G para usuarios móviles	74
20. Ejemplo gráfico de una red convergente compuesta de protocolos, funciones y servicios integrados	75
21. Arquitectura de entrega de servicios multimedia 3G	80
22. Distribución del espectro y bandas de guarda propuesto para Canadá	87
23. Distribución del espectro de frecuencias en Brasil, México y Venezuela	88

LISTADO DE TABLAS

1. Escenario de asignación de espectro a operadores	18
2. Capacidades de servicio para frecuencias según el foro IMT-2000	20
3. Mapeo de Canales lógicos en canales de transporte.	43
4. División del espectro de frecuencias 800-1885MHz.	84
5. Licencias para IMT-2000 en la banda de 1900-2100MHz.	84

1. PROTOCOLO IMT-2000

1.1. Definición.

Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000) son la norma mundial para la tercera generación (3G) de comunicaciones inalámbricas, definida por un conjunto de Recomendaciones interdependientes de la UIT. Las IMT-2000 constituyen un marco para el acceso inalámbrico a escala mundial, ya que permiten conectar diversos sistemas de redes terrenales y/o por satélite. Las IMT-2000 aprovechan la asociación potencial entre las tecnologías y sistemas móviles digitales de telecomunicaciones en favor de los sistemas fijo y móvil de acceso inalámbrico, proporcionando al usuario moderno una conexión en cualquier lugar del mundo y en cualquier instante de tiempo a través del empleo de un único número personal. Permitirá la conexión de los usuarios en situaciones terrestres, marítimas y aeronáuticas para disponer continuamente de los servicios. Este sistema será de fácil acceso rentable a nivel mundial por la flexibilidad que presentará el mismo: admite la coexistencia con redes de telecomunicaciones de segunda generación, permite configurar las redes sólo con las capacidades necesarias debido a su arquitectura modular y será un diseño universal que permite la competencia de precios entre los fabricantes de equipos y proveedores del sistema.

Las principales características de IMT-2000 son la compatibilidad con sistemas de comunicaciones basados en redes fijas, un alto grado de compatibilidad y estandarización a nivel mundial, alta calidad de comunicaciones, terminales pequeños con capacidad de ser usados en todo el mundo a través del roaming, capacidad de ofrecer servicios multimedia a los usuarios móviles y terminales que los soporten.

Inicialmente este sistema iba a tener el nombre FPLMTS o Futuro Sistema Público Terrestre de Telecomunicaciones Móviles.

El IMT-2000 esta planeada para funcionar en Europa y los países que deseen adoptarlo. La necesidad para este sistema es un ancho de banda considerable, movilidad y servicios adicionales. Todo esto se plantea usando un IP para cada móvil utilizado de ahí que para la implementación de este sistema se debe tener estandarizado y operando totalmente la Versión 6 del protocolo IP (IPv6) ya que la cantidad de direcciones IP se agotaría de inmediato en la actual versión 4 de este protocolo mediante esta IP se dará el acceso a todos los servicios.

IMT-2000 tendrá un papel protagónico en la creación del futuro mercado masivo para las comunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad que alcanzarán a 2000 millones de usuarios en todo el mundo en el año 2010¹. En los últimos diez años, El IMT-2000 ha sido objeto de intensos esfuerzos de investigación y desarrollo en todo el mundo, y cuenta con el apoyo de numerosos e importantes fabricantes y operadores de telecomunicaciones ya que representa una oportunidad única de crear un mercado masivo para el acceso a la Sociedad de la Información de servicios móviles altamente personalizados y de uso fácil.

IMT-2000 busca basarse en y extender las actuales tecnologías móviles, inalámbricas y satelitales proporcionando mayor capacidad, posibilidades de transmisión de datos y una gama de servicios mucho más extensa, usando un innovador programa de acceso radioeléctrico y una red principal mejorada.

¹ http://www.umtsforum.net/mostrar_tecnologia.asp?u_action=display&u_log=4

1.2. Antecedentes del IMT–2000.

Historia del Sistema Celular

Antes de la implementación del sistema celular como se conoce actualmente, existieron sistemas de comunicación móvil previos, los cuales intentaron cubrir la necesidad de la comunicación en movimiento.

Los sistemas de comunicación móvil que precedieron a la telefonía celular fueron: la Comunicación Móvil de Radio (consistían en radios que se comunicaban entre sí dependiendo de la potencia de salida de cada unidad individual), el Servicio de Telefonía Móvil (MTS - sistema telefónico operado manualmente que permitía a un suscriptor comunicarse a otra parte usando la red terrestre) y el Servicio de Telefonía Móvil Mejorado (IMTS - proporcionó selección de canal automática, conteo automático y operación simultánea full-duplex).

Hoy día existen varios sistemas móviles que proveen acceso telefónico. El radio celular, como concepto, fue originalmente concebido para proveer comunicación móvil de alta densidad sin consumir grandes cantidades de espectro. La primera proposición de un bosquejo inicial de la telefonía celular, para sistemas móviles de alta densidad, fue hecha por la American Telephone and Telegraph (AT&T) en 1940. En 1968, la AT&T llevó su propuesta de un sistema celular a la Federal Communications Commission (FCC), organismo regulador de las comunicaciones en los Estados Unidos.

El concepto original involucraba el uso de un grupo de frecuencias dentro de una misma Celda, rehusando la frecuencia en la misma vecindad pero separándolas en espacio físico para permitir el re-uso con un bajo nivel de interferencia. El hardware necesario para implementar este tipo de sistemas no fue logrado hasta finales de los años setenta y para entonces, el concepto celular, es decir, el re-uso

de frecuencia en Celdas, fue aceptado como una herramienta para la planificación de frecuencias.

1.1.1. Primera Generación

En la primera generación de telefonía móvil celular se adoptó la técnica de acceso FDMA/FDD (Frequency Division Multiple Access. / Frequency Division Duplex), la cual utilizaba el Acceso Múltiple por División de Frecuencia y dos frecuencias portadoras distintas para establecer la comunicación TX y RX.

En Norteamérica a partir de 1981 comenzó a utilizarse el sistema AMPS (Advanced Mobile Phone Service), el cual ofrecía 666 canales divididos en 624 canales de voz y 42 canales de señalización de 30 Khz cada uno.

Europa introduce en 1981 el sistema Nordic Mobile Telephone System o NMTS450 el cual empezó a operar en Dinamarca, Suecia, Finlandia y Noruega, en la banda de 450 MHz.

En 1985 Gran Bretaña, a partir de AMPS, adoptó el sistema TACS (Total Access Communications System), el cual contaba con 1000 canales de 25 Khz cada uno y operaba en la banda de 900 MHz.

En esta década también aparecen otros sistemas de primera generación como el NTT, estándar japonés, el C-Netz estándar Alemán y French Radiocom. 2000 de Francia entre otros.

Solo servicio de voz se podía prestar con las tecnologías de primera generación.

1.1.2. Segunda generación

Con tantos estándares diferentes, los proveedores europeos sufrieron las consecuencias de una diversidad de normas incompatibles entre sí.

El reconocimiento de este problema fue un factor que impulsó el desarrollo del estándar GSM para las comunicaciones móviles. En 1982, cuando aparecieron los primeros servicios celulares comerciales, la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) tomó la iniciativa de poner en marcha un grupo de trabajo, llamado Groupe Spécial Mobile (GSM), encargado de especificar un sistema de comunicaciones móviles común para Europa en la banda de 900 MHz, banda que había sido reservada por la World Administrative Radio Conference en 1978. El GSM comenzó como una norma europea para unificar sistemas móviles digitales y fue diseñado para sustituir a más de diez sistemas analógicos en uso y que en la mayoría de los casos eran incompatibles entre sí. Después de unas pruebas de campo en Francia de 1986 y de la selección del método de acceso Time Division Multiple Access (TDMA) en 1987, 18 países firmaron en 1988 un acuerdo de intenciones (MOU: Memorandum of understanding): En este documento los países firmantes se comprometían a cumplir las especificaciones, a adoptar este estándar único y a poner en marcha un servicio comercial GSM, que ofrece seguimiento automático de los teléfonos móviles en su desplazamiento por todos los países. Conforme se desarrolló, GSM mantuvo el acrónimo, aunque en la actualidad signifique Global System for Mobile communications.

En Norteamérica, el objetivo principal de un nuevo estándar digital era aumentar la capacidad dentro de la banda de 800 MHz existente. Un prerrequisito es que los teléfonos móviles debían funcionar con los canales de habla analógicos ya existentes y con los nuevos digitales (Dual Mode). A partir de esto se empleó el término Digital AMPS (D-AMPS) que se refiere

a IS-54B, y que define una interfaz digital con componentes heredados de AMPS. La especificación IS-36 es una evolución completamente digital de D-AMPS. A causa de estos requisitos, fue natural el elegir un estándar TDMA de 30 KHz puesto que los sistemas analógicos existentes trabajan ya con esta anchura de canales. En este sistema se transmiten tres canales por cada portadora de 30 KHz.

A principios de la década de los 90, también aparece un nuevo estándar el cual utiliza el método de acceso CDMA (Code Division Multiple Access). El estándar CDMAOne o IS-95, fue una tecnología desarrollada por Qualcomm y consiste en que todos usan la misma frecuencia al mismo tiempo separándose las conversaciones mediante códigos.

Estas tecnologías de segunda generación ofrecían las siguientes características:

- Mayor calidad de las transmisiones de voz
- Mayor capacidad de usuarios
- Mayor confiabilidad de las conversaciones
- La posibilidad de transmitir mensajes alfanuméricos. Este servicio permite enviar y recibir cortos mensajes que puedan tener hasta 160 caracteres alfanuméricos desde un teléfono móvil.
- Navegar por Internet mediante WAP (Wireless Access Protocol)

1.1.3. Tercera Generación

Los avances que en materia de sistemas de tercera generación adelanta la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), a finales de los años ochenta, se denominaron en un principio como Futuros Sistemas Públicos de Telecomunicaciones Móviles Terrestres (FPLMTS – Future Public Land Mobile Telecommunication System) Actualmente se le ha cambiado de

nombre y se habla del Sistema de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT-2000, International Mobil Telecommunication - 2000) creado con el objetivo de valorar y especificar los requisitos de las normas celulares del futuro para la prestación de servicios de datos y multimedia a alta velocidad².

Son dos elementos, movilidad y entramado, los que proporcionan la telefonía móvil e Internet, los que se han instalado en nuestra vida cotidiana durante los últimos años. Era obvio pensar que el siguiente paso natural fuera su convergencia. Esa es la tendencia a día de hoy, y para ello nace la idea de “Telefonía Móvil de 3ª Generación” (3G). Durante los últimos años, esta tecnología ha sido objeto de intensa investigación y desarrollo en todo el mundo, donde su lanzamiento es inminente.

Motivos comerciales y políticos son los que propician que no haya una sola tecnología unificada para los servicios 3G. El conjunto IMT-2000 contiene todas estas tecnologías. En Europa el sistema 3G es llamado Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal (*Universal Mobile Telecommunication System*, UMTS).

1.2. Evolución de IMT-2000

En las primeras fases de la evolución del mercado celular mundial, la UIT advirtió que iba a ser necesario seguir una trayectoria evolutiva desde los sistemas analógicos de primera generación, pasando por los sistemas digitales de segunda generación, hasta llegar a los sistemas móviles multimedia de tercera generación a principios del siglo XXI. Los trabajos encaminados al establecimiento de la norma FSPTMT comenzaron bajo la égida de la UIT y, en 1992, la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones asignó una porción de espectro a los FSPTMT en la banda de 2 GHz. Cuando empezó a tomar

² Sistemas celulares de tercera generación, por Arturo Vera

impulso el mercado celular mundial y comenzaron a establecerse las normas de la nueva segunda generación, la UIT creó el concepto de IMT – 2000 para la tercera generación, pues advirtió que en los albores del nuevo milenio los requisitos de los usuarios de servicios de banda ancha serían cada vez más complejos.

El IMT – 2000 se está desarrollando sobre la base del concepto de "familia de sistemas", definido como una federación de sistemas que ofrece la capacidad del servicio IMT – 2000 a los usuarios de todos los miembros de la familia, en un contexto de itinerancia mundial³. La finalidad de las IMT-2000 es alcanzar, por conducto de las actividades de normalización de la UIT, el objetivo de ofrecer a los clientes capacidades de itinerancia mundial y conectividad en todo momento y en todo lugar. Esa conectividad se extenderá para abarcar la itinerancia en múltiples redes: fijas y móviles, sin cordón, celulares y de satélite. La introducción de una norma mundial única para la tercera generación permitirá hacer economías a escala masivas en la fabricación de equipos, y de ese modo pondrá las comunicaciones mundiales al alcance de todos los habitantes del planeta. La intensificación de la competencia hará bajar las tarifas y la tecnología de tercera generación permitirá concebir nuevas funcionalidades, servicios y aplicaciones.

2. ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACION DEL IMT-2000

2.1. Descripción de necesidades técnica.

Hay una serie de conceptos que marcan la diferencia entre los actuales sistemas de segunda generación, GSM, y el IMT - 2000. Se recogen a continuación los más relevantes, que configuran en parte los requisitos de partida para el proceso de estandarización.

³ Evolución Del W-Cdma A Partir Del Estándar IMT-2000, por Ing. Ely Canelón Hernández

VHE (Virtual Home Environment), El VHE es un concepto de sistema que permite la portabilidad de servicios en el IMT – 2000 a través de las diferentes fronteras entre redes. Según este concepto, la red visitada emula para cada usuario particular las condiciones de su entorno de origen⁴.

El concepto de VHE está propuesto como la base técnica para simplificar el manejo de los servicios por parte del usuario. Si se utilizan los Terminales Multimodo adecuados, los usuarios podrán conectarse a redes de segunda y de tercera generación de forma directa.

Interfaz radio flexible: La utilización de terminales con interfaz aire programable, que cubra un amplio margen de variación en las redes IMT – 2000, facilitará la provisión de servicios cuando se esté en roaming, fuera del entorno local.

Hoy es ya evidente que los operadores de red futuros y los proveedores de servicio deberán ofrecer acceso a servicios de comunicación a través de redes fijas y móviles. Enlazando con la integración de los sistemas de telecomunicación en el mundo de las tecnologías de la información, será necesario que los sistemas soporten la capacidad de transmitir información a altas velocidades, en forma simétrica o asimétrica, según sea la necesidad, procurando con ello una mejor utilización del espectro radioeléctrico, estas tasas de transmisión van hasta los 2Mbps para interiores o ambientes de poco movimiento. Tasas de 384 Kbps en ambientes urbanos y velocidades máximas de 120 Km/h. En áreas rurales se debe proveer de una tasa de 144 Kbps o a vehículos a altas velocidades, además se crea una ruta claramente definida para 14Mbps (HSDPA – Alta Velocidad de Downlink Paquete Acceso), suministrado por los 5 MHz de ancho de banda de cada canal del carrier sólo disponible en IMT-2000, Integración del sistema satelital y terrenal para proveer una convergencia global., Servicios de conmutación de paquetes y en modo circuito, tales como tráfico Internet (IP) y

⁴ <http://www.auladatos.movistar.com/Aula-de-Datos/Tutoriales-y-Documentacion/Introduccion-a-las-comunicaciones-moviles/7--Sistemas-de-tercera-generacion/#5>

video en tiempo real, y Calidad de voz comparable con la calidad ofrecida por sistemas alámbricos.

2.2. Distribución del espectro de frecuencias.

Una de las claves de la visión de la UIT de las IMT-2000 era la atribución unificada del espectro de frecuencias radioeléctricas en todo el mundo, lo cual obviaba la necesidad de un equipo complejo que pudiese funcionar con toda una gama diferente de frecuencias y ajustarse automáticamente a ellas. La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de la Unión que se celebró en Torremolinos en 1992 determinó una anchura de banda de 230 MHz en las bandas 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz para las IMT – 2000 a nivel mundial y en la CMR-95 se aumentó ligeramente dicha atribución para el componente de satélite del sistema, que facilitará los aspectos de roaming internacional, así como la obtención de comunicaciones en lugares donde no haya disponibilidad de sistemas terrestres, complementando las celdas Macro, micro y pico⁵.

Las decisiones de la CAMR-92 de la UIT, corroboradas más tarde por la CMR-97, exigen a las administraciones que liberen la frecuencia necesaria para las IMT-2000. Aunque en la mayoría de los países del mundo los organismos de reglamentación están disponiendo lo necesario a nivel nacional y regional para asignar la banda de 2 GHz a los servicios de IMT-2000, la situación es diferente en EE.UU. Los Personal Communications Systems (PCS, sistemas de comunicaciones personales), como se denominan los sistemas de segunda generación en EE.UU., están funcionando o tienen autorización para hacerlo en la mayoría de las frecuencias especificadas para las IMT-2000. En la UIT se están haciendo muchos esfuerzos para eliminar esta disparidad y hacer posible la armonización del espectro a nivel mundial para las IMT-2000. A continuación se muestra la primera distribución de frecuencias:

⁵ <http://www.itu.int/newsarchive/press/PP98/PressRel-Features/Feature4.html>

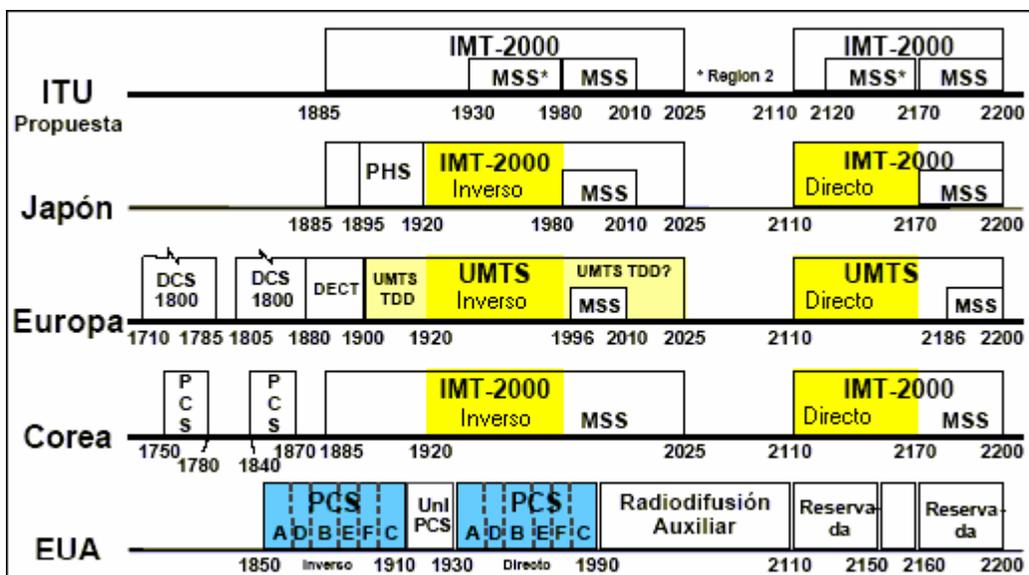


Figura 1 - Distribución mundial del espectro de frecuencias 3G

Debido al crecimiento de Internet, las Intranets, el correo y el comercio electrónico y los servicios de transmisión de imágenes y sonido; han elevado la demanda de servicios de banda ancha, teniéndose que incrementar los requerimientos de espectro para IMT – 2000. Los cálculos de demanda futura de servicios IMT-2000 prevén que esta cantidad de espectro inicial será suficiente sólo hasta el año 2002.

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones WRC – 2000 celebrada en Estambul en el año 2000, proporciona tres bandas extras:

- 806 - 960 MHz, Banda 1 GHz.
- 1710 – 1885 MHz, Banda 1,7 GHz. Frecuencia en la que funciona actualmente la mayoría de los sistemas de segunda generación, para facilitar la evolución con el tiempo de estos sistemas a los de tercera generación.
- 2500 – 2690 MHz, Banda 2,5 GHz. Estas frecuencias completan la banda de la gama 2 GHz ya identificada para IMT-2000.

2.3. Descripción del espectro final para IMT – 2000

- Componente terrenal:

806-960 MHz	WRC 2000
1710-1885 MHz	WRC 2000
1885-1980 MHz	WARC 92
2010-2025 MHz	WARC 92
2110-2200 MHz	WARC 92
2500-2690 MHz	WRC 2000

- Componente Satelital:

1980-2010 MHz	WARC 92
2170-2200 MHz	WARC 92
2500-2520 MHz	WRC 2000
2670-2690 MHz	WRC 2000

- Componente HAPS (estaciones de plataforma de gran altitud):

1885 – 1990 MHz
2110 – 2160 MHz (Region 2).

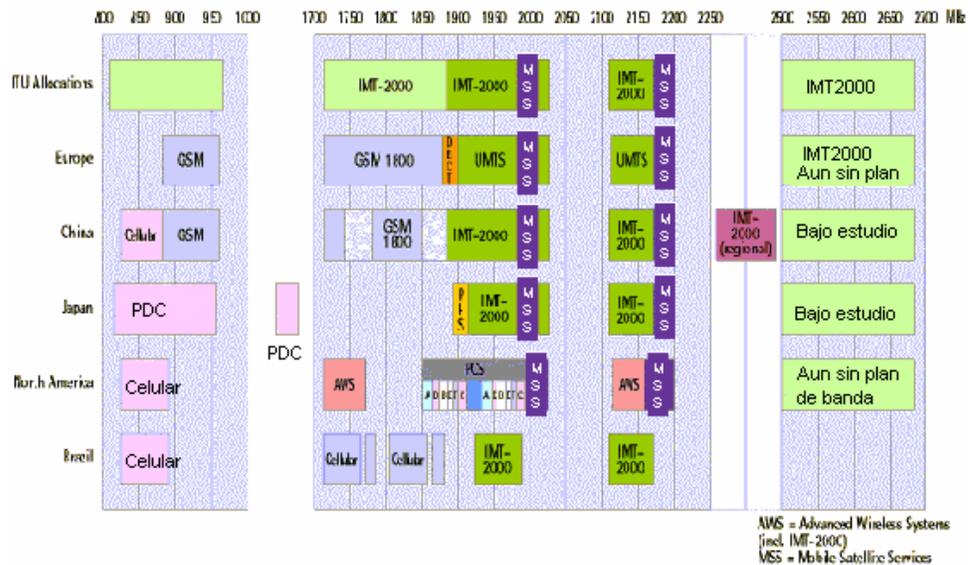


Figura 2 - Espectro de frecuencia UMTS después de WRC2000

Las mayores dificultades que se han encontrado en la asignación global armonizada de frecuencias para el IMT – 2000 es en lo concerniente al uso de FDD. Se cree que para TDD, pueden asignarse las bandas de frecuencia apropiadas de las bandas identificadas para IMT – 2000 en las ITU Radio Regulations, aunque que ellos pueden diferir ligeramente entre las regiones del mundo.

Parece probable que en la mayoría de los países las bandas de frecuencia apropiadas para TDD puedan estar identificadas en el rango 1880 – 2025 MHz, por ejemplo en las partes de 1880 – 1930 y 2010 – 2025 MHz.

La primera red IMT – 2000 usando FDD empezó su funcionamiento en las bandas WARC-92 1920-1980 / 2110-2170 MHz y varias redes en diferentes países y regiones comenzaron su funcionamiento en estas bandas durante el año 2002.

En esta grafica se presenta la descripción de bandas de frecuencias determinando cuales utilizan FDD y cuales TDD. Cabe anotar que las bandas marcadas como UMTS FDD en Europa es un nombre anexo al IMT – 2000.

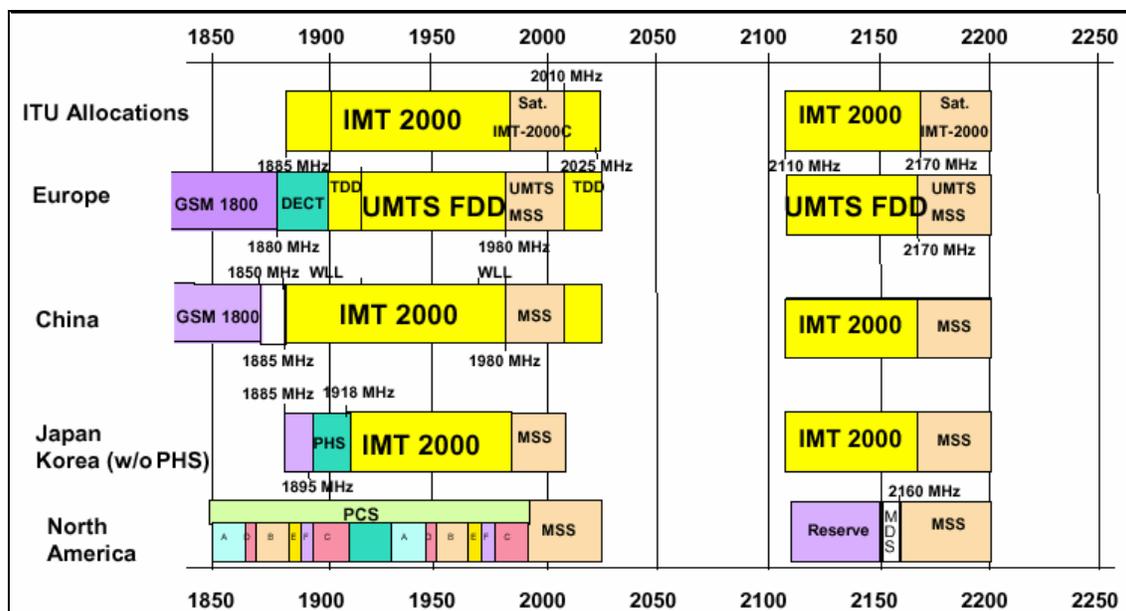


Figura 3 - Bandas de frecuencia que emplean FDD y TDD

2.4. Mínima cantidad de espectro⁶

Con respecto a la cantidad mínima de espectro necesaria para ofrecer servicios, el foro IMT – 2000 ha realizado un estudio tomando como base los 15 países de la Unión Europea, y también se tomaron en consideración las siguientes suposiciones:

- Hasta el año 2005 se prevén servicios multimedia, asumiendo que las transmisiones de voz y de datos a baja velocidad serán dirigidas por redes 2G.
- Se establecen tres ámbitos que definen las necesidades de espectro: urbano peatón, urbano vehicular, distritos centrales/indoor. Servicios en áreas suburbanas y rurales los cuales no son críticos para el análisis.
- Requerimientos de espectro según UTRA (Acceso universal radioeléctrico terrestre) de alto requerimiento: 5 MHz en modos FDD Frequency División Duplex y TDD Time División Duplex.

⁶ Informe CADIE

- Transmisión de datos de hasta 384 kbps para macro y microceldas con movilidad total, 2 Mbps para micro y picoceldas con baja movilidad.
- No existe el “frequency sharing”, cada operador es dueño de su espectro.
- Se establece una jerarquía de celdas con tráficos asignados a cada capa.
- Se toma en cuenta los 155 MHz para IMT – 200 terrestre: 1900 – 1980 MHz, 2010 – 2025 MHz y 2110 – 2170 MHz.

2.5. Asignación de espectro mínima a los operadores

Se presume que el tráfico multimedia será asimétrico y el resto simétrico, llevando a requerimientos diferentes de cantidad de espectro en las dos direcciones. El grado de asimetría en el tráfico generado puede variar según las aplicaciones.

Teniendo en cuenta estos supuestos, el Foro IMT – 2000 elaboró ocho escenarios posibles a fin de estudiar la viabilidad de servicios IMT – 2000 y el espectro mínimo necesario. Las ocho varían entre 2 x 5 MHz hasta 2 x 20 MHz apareadas + 5 desapareadas. La tabla siguiente muestra los ocho escenarios posibles. Se presume también que el tráfico es compartido en forma equitativa entre los operadores⁷.

Escenario	Frecuencias apareadas por operador	Frecuencias desapareadas por operador	Máximo número de operadores	Tráfico en Mbps/km ² uplink	Tráfico en Mbps/km ² downlink	Tráfico Total Mbps/km ²	Espectro no alocado en MHz
1	2x5 MHz		12	0.55	5.3	5.85	35
2	2x5 MHz	5 MHz	7	0.7	9.2	10.1	50
3	2x10 MHz		6	1.1	10.5	11.6	35
4	2x10 MHz	5 MHz	6	1.1	10.5	11.6	5
5	2x15 MHz		4	1.6	16	17.6	35
6	2x15 MHz	5 MHz	4	1.6	16	17.6	15
7	2x20 MHz		3	2.2	21	23.2	35
8	2x20 MHz	5 MHz	3	2.2	21	23.2	20

Tabla 1 – Escenario de asignación de espectro a operadores

⁷ Informe CADIE

El escenario 1 con 2x5 MHz permite el desarrollo de una sola jerarquía de celdas y según los cálculos del Foro IMT – 2000 no cubriría la demanda de tráfico de los países de Europa. Los escenarios 2 y 3 permitiría picoceldas pero de cobertura limitada y no permitiría una jerarquía de macroceldas dejando sin solución la comunicación con móviles de rápido movimiento. El escenario 4 podría trabajar con 5 ó 6 operadores, permitiría un canal por jerarquía de celdas y no ofrece mucha flexibilidad. El escenario 5 es peor que el cuatro ya que el espectro total asignado es menor al escenario 4, dejando de lado también los beneficios del espectro TDD que permite el manejo de tráfico asimétrico.

El escenario 6 es la solución más adecuada según el Foro IMT – 2000 para asignación de espectro mínima para operadores. Permite una jerarquía macrocelda, dos microceldas y una de picoceldas. Los escenarios 7 y 8 son también adecuados ya que tienen mayor capacidad para llevar el tráfico.

En el caso de Europa, se tomó como la distribución de espectro más conveniente el escenario 6, de 2x15 + 5MHz como el mínimo preferido.

Por lo tanto la tabla siguiente resume las Capacidades de servicio para escenarios de espectro mínimo disponible según el Foro IMT – 2000.

<i>Escenario</i>	<i>Frecuencias apareadas por operador</i>	<i>Frecuencias desapareadas por operador</i>	<i>Capacidades de servicio IMT-2000</i>
1	2x5 MHz		Limitada
2	2x5 MHz	5 MHz	
3	2x10 MHz		Con algunas restricciones
4	2x10 MHz	5 MHz	
5	2x15 MHz		
6	2x15 MHz	5 MHz	Completas

7	2x20 MHz		
8	2x20 MHz	5 MHz	

Tabla 2 - Capacidades de servicio para frecuencias según el foro IMT-2000

3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y ESPECIFICACIONES

3.1. Interfases de aire IMT – 2000

Uno de los elementos mas importantes para la definición de las características operativas del IMT – 2000, es la selección de la Tecnología de Transmisión de Radio (RTT), también denominada interfase de aire, parte del sistema que transporta una llamada entre la estación base o móvil y la terminación del usuario. En 1998 la UIT denominó RTT (Radio Transmission Technology) a las tecnologías que harían de interfaz de aire entre las estaciones base y los terminales móviles. Las distintas interfaces propuestas ante la Unión Internacional de telecomunicaciones están basadas en CDMA que se acompañan de tres modalidades de operación, cada una de las cuales podría perfectamente funcionar sobre la red base de GSM (GSM-MAP) y sobre la red base CdmaOne (IS-41). Las especificaciones técnicas de las RTT terrestres fueron aprobadas en la WRC–2000 y se definieron como sigue:

- IMT – 2000 CDMA Direct Spread (UTRA W-CDMA)
- IMT – 2000 CDMA Multi-Carrier (CDMA – 2000)
- IMT – 2000 CDMA TDD (UTRA TD – CDMA)
- IMT – 2000 TDMA Single-Carrier (UWC – 136)
- IMT – 2000 FDMA/TDMA (DECT).

La interfaz de red definida para cdma2000 apoya la red de segunda generación de todos los operadores actuales, independientemente de la tecnología (cdmaOne, IS-136 TDMA o GSM). La TIA ha presentado esta norma ante la UIT como parte del proceso IMT – 2000/3G. Operando en modo TDD y/o FDD, cdma2000 ofrece

velocidades desde 1,2 kbit/s hasta 2 Mbit/s, y soporte para canales de 1,25 – 3,75 – 7,5 – 11,25 y 15 MHz con una o múltiples portadoras.

Los 3.6864 Mbps de cdma2000 proporciona una capacidad superior al sistema en desarrollo de 10 y 20 MHz. No así cuando se trata de desarrollos de 5 MHz donde los 4.096 Mbps de W-CDMA proporcionan un mejor rendimiento. Cdma2000 además agrega una banda de guardia de 640 kHz por lado para protección contra interferencia en canales adyacentes (interferencia co-canal). Cdma2000 opera con sincronismo entre el móvil y la estación base.

Durante WRC – 2000 se ratificaron las especificaciones para el protocolo radioeléctrico (interfase de aire). Estas especificaciones se aplican al sistema IMT – 2000, a cdma2000 (versión IX retrocompatible con canal 1,23 MHz IS-95) y a los sistemas TDMA UWC-136, promovido por UWCC (Universal Wireless Communications Consortium).

3.2. Evolución de CDMA a IMT – 2000⁸

El camino evolutivo de CDMA a IMT – 2000 empieza con la propuesta de Qualcomm de un nuevo sistema basado en técnicas de espectro ensanchado. Esta propuesta, que luego fue estandarizada como IS-95, es el primer sistema CDMA móvil en desarrollo comercial. El acceso de multiplexación por división de códigos de banda estrecha (CDMA) IS-95 estipula un espaciamiento de portadora de 1.25MHz para servicios de telefonía. La Telecommunications Industry Association “TIA” empezó a definir esta especificación en 1991.

En el siguiente esquema se muestra el camino evolutivo que tiene que seguir las redes CDMA para llegar a 3G.

⁸ Sistemas Celulares De Tercera Generación, Arturo Vera.

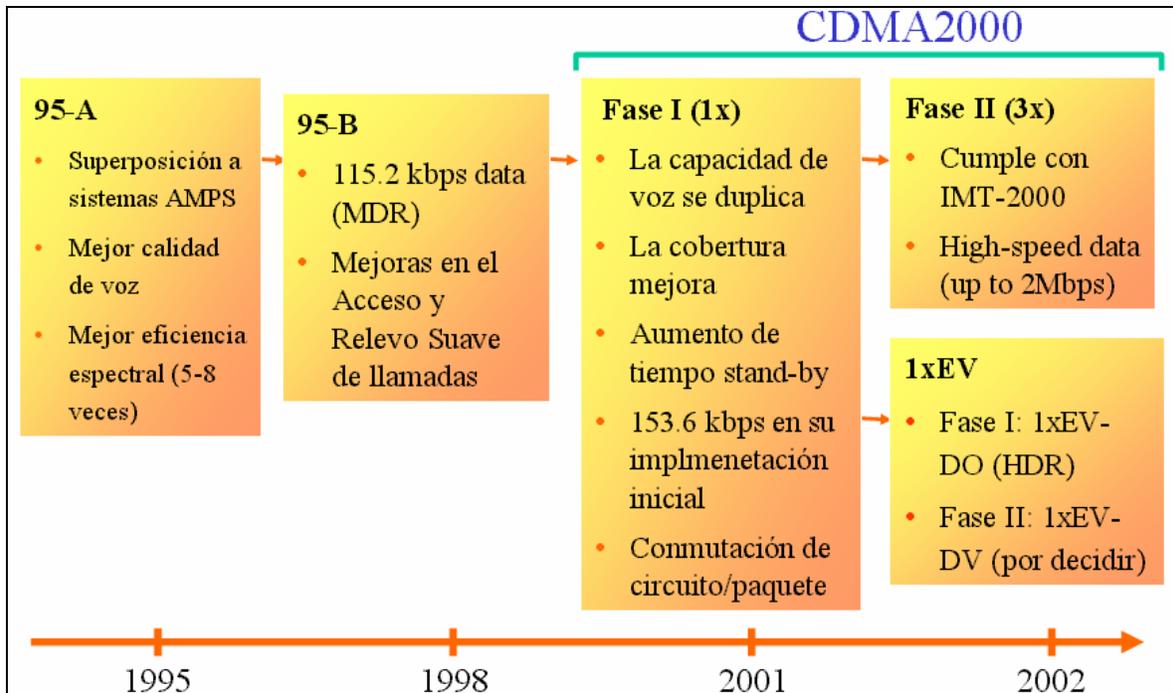


Figura 4 - Evolución del CDMA2000

3.2.1. CdmaOne

Es un nombre comercial de marca registrada, reservado para uso exclusivo de las empresas que son miembros de CDG (Cdma Development Group). El mismo describe un sistema inalámbrico completo que incorpora la interfaz aérea IS-95 CDMA y la norma de la red ANSI-41 para la interconexión por conmutación, además de muchas otras normas que integran el sistema inalámbrico completo.

3.2.2. CdmaOne/IS-95-A

La tecnología CdmaOne / IS-95-A ofrece soporte a señales de voz conmutados por circuitos y datos (conmutados por circuitos o paquetes), con velocidades de hasta 14,4kbps. Debido al enfoque inicial de proveedores y operadoras en señales de voz. Históricamente la CdmaOne/IS-95-A ha sido utilizada sólo para voz conmutada por circuitos y, más recientemente, para un pequeño volumen de datos conmutados por circuitos.

3.2.3. CdmaOne/IS-95-B

La tecnología CdmaOne/IS-95-B ofrece soporte a señales de voz conmutados por circuitos y datos, conmutados por paquetes. Las empresas KDDI, en Japón, y SKT, en Corea, están implementando esa tecnología desde 1999. En teoría, ella provee tasas de datos de hasta 115kbps, y alcanza, generalmente, valores prácticos de 64kbps. La CdmaOne/IS-95-B ahora está siendo sustituida por la CDMA2000 1X, de mayor capacidad y velocidad, y difícilmente será implementada en otras regiones.

3.2.4. Cdma2000

Identifica la norma TIA para tecnología de tercera generación, que es un resultado evolutivo de CdmaOne, el cual ofrece a los operadores que han desplegado un sistema CdmaOne de segunda generación, una migración transparente que respalda económicamente la actualización a las características y servicios 3G, dentro de las asignaciones del espectro actual, tanto para los operadores celulares como los de PCS. La TIA presento esta norma ante la ITU como parte del proceso IMT – 2000 3G. A fin de facilitar la migración de CdmaOne a las capacidades de cdma2000, ofreciendo características avanzadas en el mercado de una manera flexible y oportuna, su implementación se ha dividido en dos fases evolutivas.

3.2.4.1. Cdma2000 Fase I:

Las capacidades de la primera fase se han definido en una norma conocida como 1XRTT. La publicación de la 1XRTT se hizo en el primer trimestre de 1999. Esta norma introduce datos en paquetes a 144 Kbps en un entorno móvil y a mayor velocidad en un entorno fijo. Las características disponibles con 1XRTT representan un incremento doble,

tanto en la capacidad para voz como en el tiempo de operación en espera, así como una capacidad de datos de más de 300 Kbps y servicios avanzados de datos en paquetes.

Adicionalmente extiende considerablemente la duración de la pila y contiene una tecnología mejorada en el modo inactivo. Se ofrecerán todas estas capacidades en un canal existente de 1.25 MHz de CdmaOne.

3.2.4.2. Cdma2000 Fase II:

La evolución de CdmaOne, hasta llegar a las capacidades completas de cdma2000, continuará en la segunda fase e incorporará las capacidades de 1XRTT, usará tres portadoras de 1,25 MHz en un sistema multiportadora para prestar servicios de banda ancha de 3G.

Cdma 3XRTT proporcionará velocidad de circuitos y datos en paquete de hasta 2 Mbps, incorporará capacidades avanzadas de multimedia e incluirá una estructura para los servicios de voz y codificadores de voz 3G, entre los que figuran los datos de paquetes de "voice over" y de circuitos.

3.2.5. Cdma2000 1XEV

Basado en el estándar 1X, el sistema 1XEV mejora la velocidad de procesamiento de datos, obteniendo velocidades máximas de 2 Mbits/seg., sin tener que utilizar más de 1,25 MHz del espectro. Los requisitos para los operadores recién establecidos con respecto a 1XEV establecen dos fases. En la primera **Cdma2000 1XEV-DO** usa un transportista separado de 1.25 MHz para datos y ofrece velocidades de datos en punta de 2.4 Mbps. La fase 2, **Cdma2000 1X EV-DV** se centra en las funciones de datos y de voz

en tiempo real, así como en la mejora del funcionamiento para mayor eficiencia en voz y en datos.

En el siguiente gráfico podemos apreciar las diferentes fases de las redes CDMA según su velocidad de datos y aplicaciones:

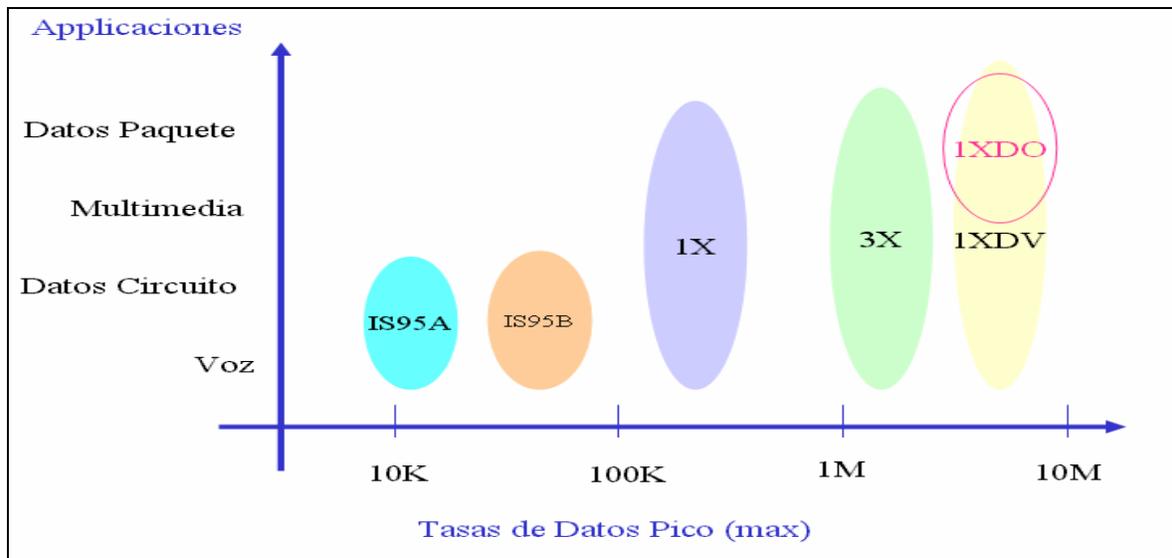


Figura 5 – Fases de las redes CDMA según su velocidad de datos y aplicaciones

3.3. Evolución de GSM a IMT – 2000⁹

El camino evolutivo de las redes GSM se va a realizar de la forma que indica el siguiente gráfico:

⁹ Sistemas Celulares De Tercera Generación, Arturo Vera.

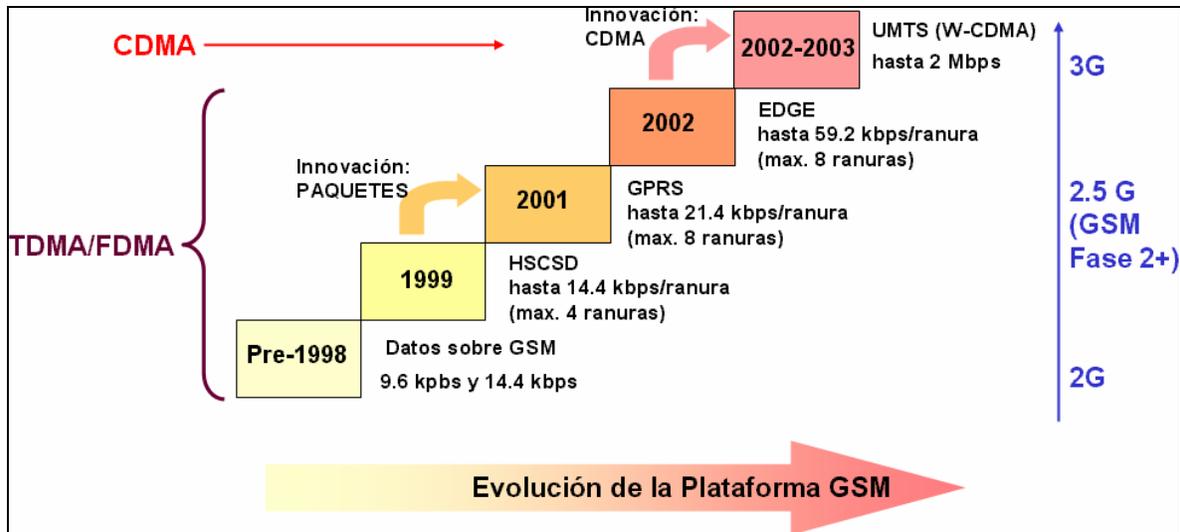


Figura 6 – Evolución de la plataforma GSM

3.3.1. High Speed Circuit-Switched Data (HSCSD)

Estandarizado por ETSI SMG2. Se trata de un servicio derivado de GSM que dedica múltiples ranuras de tiempo a un sólo usuario de forma de incrementar la tasa de datos sin cambiar la interfaz de radio, alcanza velocidades de 14.4 Kbps por canal y se obtienen modificando el código convolucional original de GSM.

Se puede usar dos configuraciones: simétrica o asimétrica (distinto número de ranuras en cada dirección).

Las aplicaciones típicas corresponden a elevados volúmenes de información: fax, acceso a bases de datos, imágenes, etc.

3.3.2. General Packet Radio System (GPRS)

Estandarizado por ETSI dentro de GSM phase2+ (2.5G).

GPRS es un servicio paquetizado diseñado para: transmisión frecuente de pequeños volúmenes de datos (por ejemplo, navegación de Internet).

Transmisión infrecuente de volúmenes moderados de datos (por ejemplo, acceso a archivos). No está diseñado para voz paquetizada. Ofrece servicios de transmisión punto-a-punto (PTP) y punto-a-multipunto (PTM).

3.3.3. Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)

EDGE es un estándar 3G aprobado por la ITU, y está respaldado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI)

EDGE se puede desplegar en múltiples bandas del espectro y complementa a IMT-2000 (WCDMA), además se puede desplegar en las bandas de frecuencia 800, 900, 1800 y 1900 MHz actuales y puede servir como la vía a la tecnología IMT-2000 (WCDMA).

Es una solución 3G diseñada específicamente para integrarse al espectro existente, permitiendo así a que los operarios ofrezcan nuevos servicios de 3G con licencias de frecuencia existente al desarrollar la infraestructura inalámbrica actual.

Los operarios de TDMA pueden escoger desplegar una combinación de GSM, GPRS, EDGE e IMT - 2000 (WCDMA) en varias bandas dependiendo de la segmentación específica de sus clientes y las estrategias del espectro.

EDGE ofrece servicios de Internet Móvil con una velocidad en la transmisión de datos a tres veces superior a la de GPRS.

El equipo de EDGE también opera automáticamente en modo de GSM.

EDGE será importante para los operarios con redes de GSM o GPRS que se desarrollarán en IMT - 2000; mejorar la infraestructura de GSM con EDGE es una manera eficiente de lograr una cobertura de 3G

complementaria en la red consistente al volver a emplear lo invertido en la tecnología de 2G.

La estrategia de EDGE consiste en:

- Incrementar las tasas de bit de GSM.
- Introducir un nuevo esquema de modulación y codificación de canal.
- Re-usar tanto de la capa física de GSM como sea posible.
- Existen dos modalidades: EDGE GPRS (EGPRS) y EDGE Circuit Switched Data (ECSD).
- Usa codificación de canal adaptativa y Modulación (GMSK y 8-PSK).
- Soporta tasas de bits hasta 384 Kbps usando hasta 8 ranuras GSM.
- Emplea redundancia incremental a fin de mejorar la eficiencia en el uso del canal apropiado para aplicaciones con requerimientos de retardo relajados.

3.4. WCDMA/IMT – 2000

Entre todas las tecnologías consideradas para la interfaz de aire de IMT – 2000, ETSI eligió en enero de 1998 la nueva tecnología WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), en operación FDD (Frequency Division Duplex) espectro pareado, aunque también se ha tenido en cuenta la TD/CDMA en operación TDD (Time Division Duplex) espectro no-pareado para uso en recintos cerrados, lo que constituye la solución llamada UTRA (mas adelante se explicara).

La combinación de los dos modos (FDD y TDD) ofrece la oportunidad de obtener la mayor eficiencia del mismo sistema bajo cualquier condición (urbana, suburbana, interiores y exteriores).

En esta tabla podemos visualizar las diferentes fases de evolución de GSM según su velocidad de datos y aplicaciones:

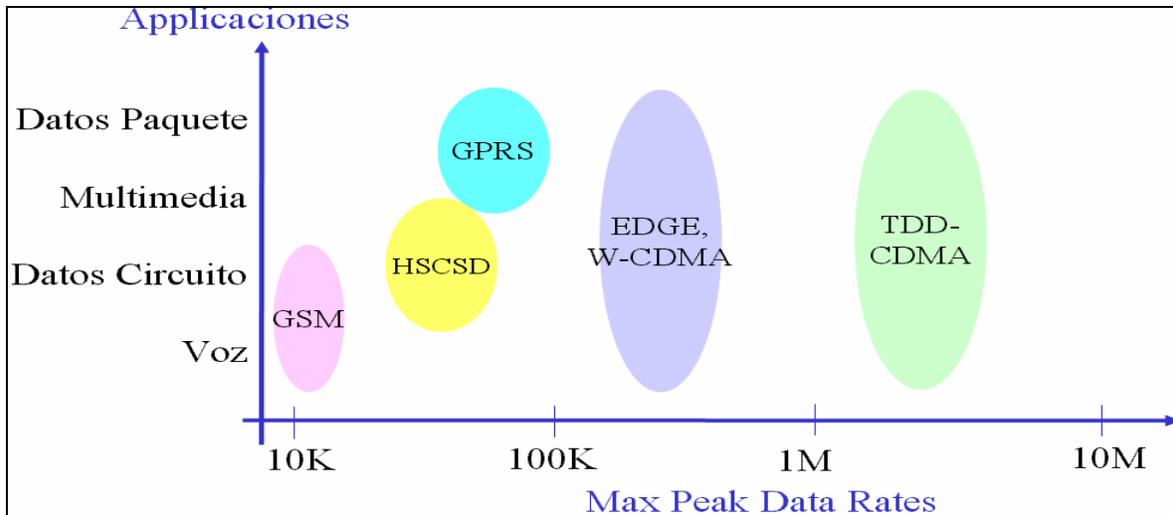


Figura 7 – Fases de evolución de GSM según su velocidad de datos y aplicaciones

Como es el interés de este documento en la tecnología de aire de IMT-2000 enfatizamos en la red WCDMA.

- Acceso Múltiple por División de Código (*Code Division Multiple Access, CDMA*): esta técnica usa la misma portadora de frecuencia durante todo el tiempo y para todos los usuarios. Los usuarios codifican su señal mediante un código único, antes de transmitirla, de forma que es posible discernir más tarde cada una de las señales por separado, a pesar de que comparten el mismo espectro en frecuencia. Para hacer más entendible el funcionamiento de CDMA comparamos las 2 técnicas distintas de acceso al medio como son:
 - Acceso Múltiple por División de Frecuencia (*Frequency Division Multiple Access, FDMA*): Esta técnica divide el espectro en frecuencia y cada usuario usa una portadora diferente para comunicarse con la estación base durante todo el tiempo.
 - Acceso Múltiple por División de Tiempo (*Time Division Multiple Access, TDMA*): Esta técnica divide cada portadora de frecuencia en diferentes

ranuras de tiempo, en cada una de las cuales usa un usuario para acceder a la estación base.

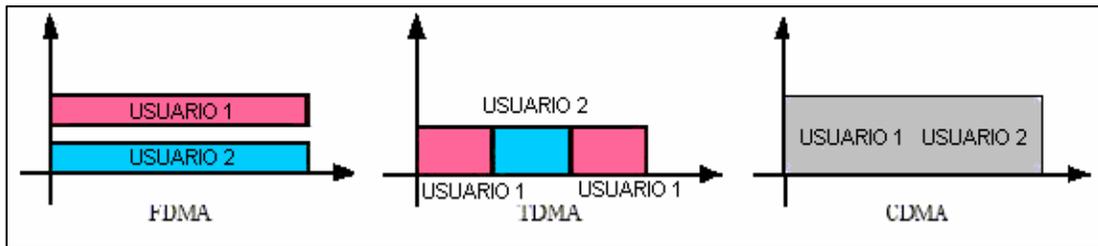


Figura 8 – Técnicas de acceso al medio

3.4.1. Funcionamiento CDMA

CDMA consiste en asignar un código único a cada usuario y gracias a éste código se puede utilizar la misma frecuencia y por lo tanto todos pueden transmitir al mismo tiempo.

Para una mejor interpretación del concepto se utilizamos el ejemplo de un salón con varias personas hablando al mismo tiempo, Probablemente nadie entendería nada en ese salón cada persona escucharía una fusión de todos los mensajes. Sin embargo, imaginen que cada persona utiliza un idioma distinto. En ese caso cada persona podrá captar el mensaje que se transmite en su idioma y separarlo del resto, de forma que las conversaciones en diferentes idiomas al suyo serían simplemente ruido o interferencia. Ese es el principio fundamental del Acceso Múltiple por División de Código o CDMA¹⁰.

De entre las diferentes variantes de CDMA, la utilizada en los sistemas comerciales es CDMA de Secuencia Directa (*Direct Sequence CDMA*, DS-CDMA). En esta técnica, la señal que contiene la información que llamaremos señal de datos, se codifica multiplicando esta señal por un código pseudo-aleatorio parecido al ruido o código PN (*Pseudo-random*

¹⁰ Una Arquitectura Hardware Flexible para Estimación de Relación Señal a Interferencia en Sistemas WCDMA, por Juan Carlos Sáez Ruiz.

Noise-like Code, PN-Code). Este código se compone de un número N de símbolos, a los que llamaremos *chip* para distinguirlos de los símbolos pertenecientes a la señal de datos a transmitir. La siguiente figura nos muestra este proceso para una señal en la que el código se compone de 10 chips.

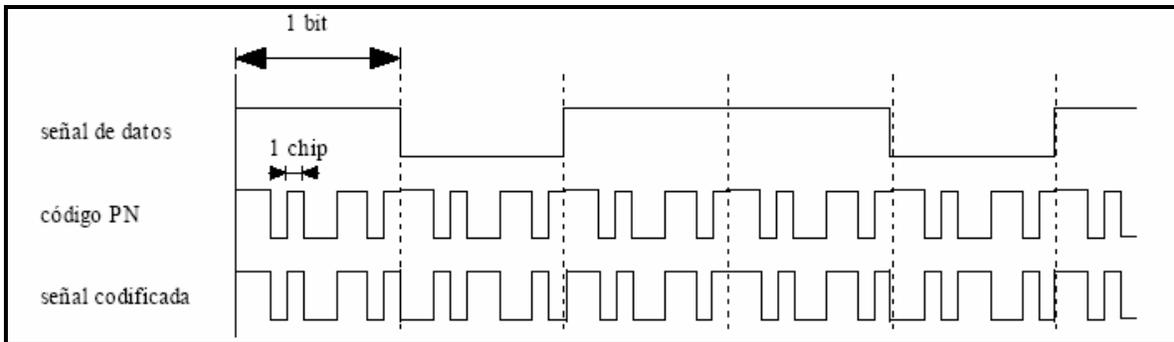


Figura 9 – Código DSSSS

En ella, cada uno de los símbolos de la señal de datos es multiplicado por todo el código completo, es decir, los 10 chips. Ello revela que el régimen de chips (*chip rate*) ha de ser 10 mayor que el régimen binario (*bit rate*) en este caso, y N veces mayor en un caso general. Así, la señal resultante también tendrá un régimen binario N veces mayor e igual al *chip rate*. El ancho de banda ocupado será también N veces mayor y, puesto que la potencia transmitida no puede aumentar, su Densidad Espectral de Potencia (representa la cantidad de potencia de la señal en cada componente de frecuencia) quedará repartida, de forma que la potencia de la señal resultante contenida en un pequeño margen del espectro será muy baja. A este tipo de señales se les conoce como señales de espectro ensanchado (*spread spectrum signals*).

WCDMA es el dominante de la tecnología 3G, suministrando alta capacidad de voz y datos y alto data rates. WCDMA usa un nuevo espectro con un carrier de 5 MHz, suministrando tasas de datos 50 veces más altas que en las presentes redes GSM (y tasas de datos 10 veces más altas que en las

redes GPRS) WCDMA maneja por arriba de los 2 Mbps para acceso del área local o 384 Kbps para el acceso del área ancha. Una próxima versión incluirá mejoras por arriba de 10 Mbps.

En WCDMA lo que cambia es el ancho de banda que aumenta de 1.25MHz en CDMA a 5MHz en WCDMA, además de que el chip rate aumenta a 3.84 Mcps. El código PN por el cual se multiplica la señal en CDMA en WCDMA se llama OVSF, el código OVSF permite que los usuarios sean identificados de forma única mediante el establecimiento de un enlace único desde el móvil hasta la estación base o celda. Para el manejo del amplio rango de velocidades disponibles, se emplea códigos de extensión variable para la dispersión. Mientras más alta sea la velocidad de datos, más corto será el código OVSF. Esto lo podemos ejemplificar de la siguiente manera, para una velocidad de 32 kbps la extensión del código sería de 128bits. Sin embargo como la velocidad del chip es fija a 4096 Mcps, esto significa que para la velocidad de 1024 Kbps la extensión de bits tendría que ser 4, $1024 \text{ kbps} * 4 \text{ bits} = 4096 \text{ Mcps}$.

Una estación base transmite su código de mezcla exclusivo (dentro de una zona geográfica) para todos los canales físicos. La única excepción es que el código de mezcla se desactiva o se enmascara, el 10% del tiempo final. Esto es para permitir usar nuevamente los códigos OVSF y proveer un identificador único para cada celda o estación base. Como todas las celdas pueden usar la misma frecuencia y los mismos códigos OVSF, la única forma de permitir que los códigos se usen otra vez en cada estación base es que los mezcles otra vez con un código diferente. Para generar el código de mezcla del enlace anterior, se usan dos registros de cambio de 18 bits. Donde el generador del código de mezcla se inicializa con uno de 512 códigos de 18 bits. La duración del ciclo del generador es una trama de 10 milisegundos. Por lo tanto, a la velocidad de 4096 Mcps, 40960 chips llenan una trama de radio.

Para transmisiones de datos de usuario por el enlace de avance, un móvil usa un código de mezcla único preasignado derivado del número de la celda. Para todas demás transmisiones por enlace de avance, el código de mezcla es asignado por la estación base.

WCDMA apoya el protocolo utilizado en Internet (IP). Este Protocolo IP, apoya en camino de comunicación externa e interna de allí la primacía en su integración. El camino de evolución de GSM a WCDMA incluye la fase GPRS (Servicio General de Paquetes de Radio). Una de las grandes ventajas de utilizar el WCDMA es compartir la misma porción del espectro, y es que las estaciones base contiguas también usarán la misma frecuencia, lo que se convierte en una reutilización de frecuencias ideal. Un terminal de usuario podrá escuchar a 2 o 3 estaciones base a la vez y así combatir los efectos nocivos del canal de radio tipo Rayleigh o canal de radio con desvanecimientos (*Rayleigh fading channel*). En la siguiente figura podemos observar la característica temporal de este tipo de canales. Existen grandes desvanecimientos puntuales que podrían acabar por cortar la conexión. Sin embargo, usando trayectorias diferentes, provenientes de diferentes puntos de reflexión o diferentes estaciones base, y combinando las señales se evitan estos cortes. La posibilidad de escuchar varias estaciones base, todas a la vez, hace también posible el *Soft Handover*, que no es otra cosa que una transición suave entre celdas y que mejora la calidad de servicios, sobre todo los de voz, evitando cortes inoportunos en las comunicaciones.¹¹

Los problemas del sistema CDMA provienen, al igual que algunas ventajas, de compartir la misma porción del espectro durante todo el tiempo para acceder a la estación base. Es lógico pensar que si todos los usuarios

¹¹ Una Arquitectura Hardware Flexible para Estimación de Relación Señal a Interferencia en Sistemas WCDMA, por Juan Carlos Sáez Ruiz.

transmiten con la misma frecuencia y al mismo tiempo, cada uno de ellos se convierte en una interferencia para el resto y viceversa. En la siguiente figura podemos observar como hay dos terminales transmitiendo en una célula. Si la potencia transmitida por ambos terminales es la misma, en BS la potencia recibida de UE1 será mayor que la potencia recibida de UE2, puesto que éste está más cercano a BS. UE1 es una interferencia para UE2, y si la Relación Señal a Interferencia (*Signal to Interference Ratio*, SIR) no es suficiente para UE2, la señal de este terminal no será detectada por la estación base. Este problema es conocido como efecto cerca-lejos (*near-far effect*).

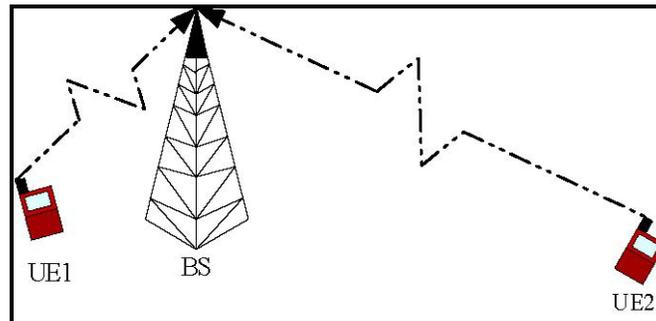


Figura 10 – Efecto cerca-lejos

El efecto cerca-lejos es un factor determinante de la capacidad de la celda, puesto que un solo terminal cercano a la estación base podría bloquear al resto de terminales. La única forma de solucionar esto es controlando la potencia con la que transmiten los terminales, de forma que la potencia recibida por la estación base de cada uno de los terminales sea exactamente la misma. Existen dos técnicas posibles para el control de potencia.

- Control de Potencia en Bucle Abierto (*Open-loop Power Control*): Esta técnica trata de estimar las pérdidas del canal para calcular la potencia con la que transmitir.

- Control de Potencia en Bucle Cerrado (*Closed-loop Power Control*): Esta técnica mide la Relación Señal a Interferencia, SIR, de la señal recibida en BS, proveniente de un UE, y envía un comando de Control de Potencia de Transmisión (*Transmit Power Control*, TPC), indicando si es necesario aumentar o reducir la potencia.

El primer método, el control de potencia en bucle abierto, no tiene en cuenta la naturaleza característica de los rápidos e impredecibles desvanecimientos de los *Rayleigh fading channels*. La función de transferencia de estos canales es impredecible, cambia rápidamente y es diferente en cada trayectoria y por tanto es diferente en la conexión BS a UE o *downlink* y en la conexión UE a BS o *uplink*. El segundo método, el control de potencia en bucle cerrado, es capaz incluso de corregir los desvanecimientos si se hiciera lo suficientemente rápido. En la tecnología CDMA es, por tanto, preferible un control de potencia en bucle cerrado. Así es especificado en la normativa IMT-2000.

Del mismo modo que controlamos la potencia de *uplink*, también podemos controlar la potencia de *downlink*. De ese modo optimizamos la capacidad de la celda y la eficiencia en potencia, controlando el consumo de energía. Además una celda congestionada transmite mayor potencia, aumentando su tamaño e interfiriendo a las celdas vecinas. El control de potencia en *downlink* controla la interferencia intercelular, al igual que el control de potencia en *uplink* controla la interferencia intracelular.

3.4.2. Modulación¹².

Se utiliza como modulación de spreading balanced QPSK para el enlace de bajada y Canal Dual QPSK para el enlace de subida, para la modulación de

¹² Descripción del Sistema Descripción del Sistema Universal de Universal de Telecomunicaciones Móviles Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y (UMTS) y WCDMA.

datos se utilizan QPSK y BPSK respectivamente. Los handover en WCDMA pueden ser suave o Inter. La capa 1 se conecta por medio del MAC de la capa 2 y el RRC de la capa 3.

La tasa de chips de la modulación es de 3.84 Mcps. El esquema de modulación es QPSK, para 1.284 Mcps se utiliza 8PSK.

3.4.3. Codificación¹³.

Para la codificación de canal se especificaron 2 opciones para FDD y tres opciones para TDD:

- Codificación convolucional.
- Codificación Turbo.
- Sin codificación (sólo para TDD).

La selección de la codificación es indicada por capas superiores. Para evitar errores en la transmisión se utiliza Entrelazado.

3.5. Esquema de acceso UTRA.

El esquema de acceso UTRA se constituye de la siguiente forma:

- **UTRA FDD:** Esquema de acceso multiple: W-CDMA
Modulación BPSK en UL y QPSK en DL.
- **UTRA TDD:** Equema de acceso multiple: Híbrido W-CDMA + TDMA
Modulación QPSK.

¹³ Descripción del Sistema Descripción del Sistema Universal de Universal de Telecomunicaciones Móviles
Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y (UMTS) y WCDMA.

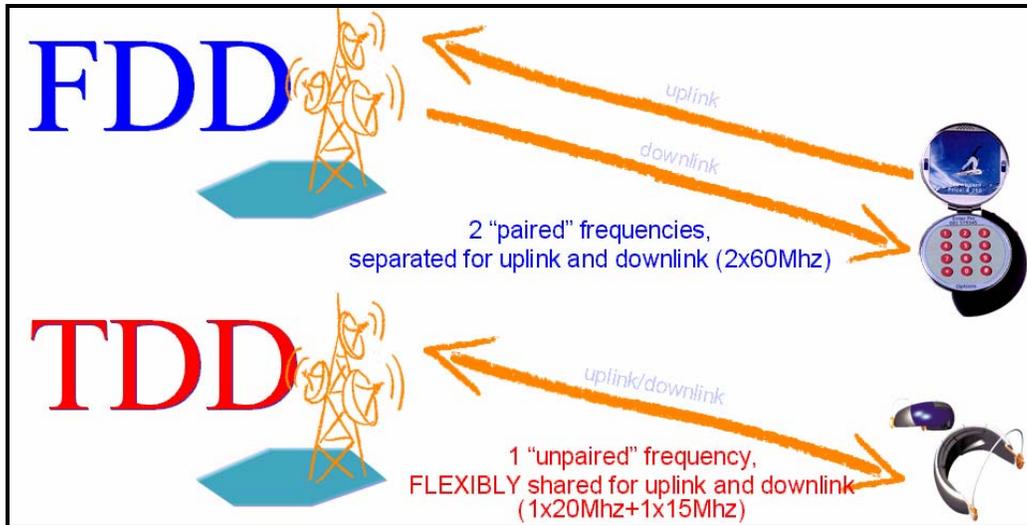


Figura 11 – Esquema de acceso UTRA

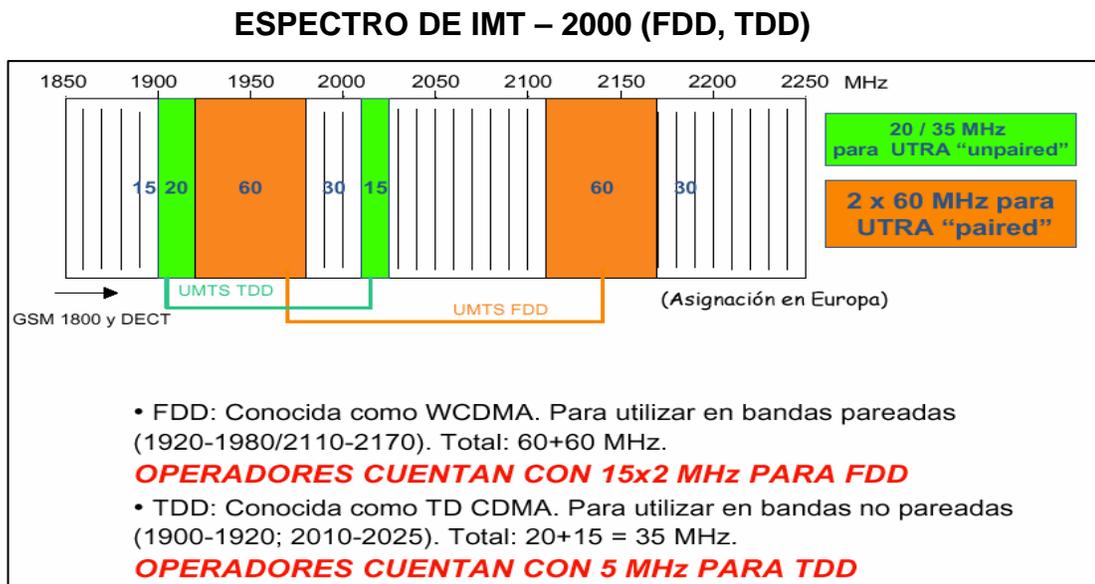


Figura 12 – Espectro de IMT-2000 (FDD, TDD)

3.6. Arquitectura del IMT – 2000.

IMT – 2000 utiliza la misma red central de GSM pero con una interfaz de radio completamente diferente. La nueva red de radio se llama UTRA que significa UMTS Terrestrial Radio Access Network, ésta se conecta por medio de la interfaz lu a la red central de GPRS. La interfaz lu sirve para conectar al

controlador de la red de radio (Radio Network Controller) con la red central (Core Network) de GSM.

3.6.1. Interfase Iu.

La interfaz Iu hacia el dominio de la conmutación de paquetes de la red central es llamada Iu-PS, en el caso de la conmutación de circuitos se le conoce como Iu-CS. Existe otro tipo de Iu que es la Iu-BC que es para el Broadcast.

En la siguiente figura se muestra la arquitectura para IMT – 2000.

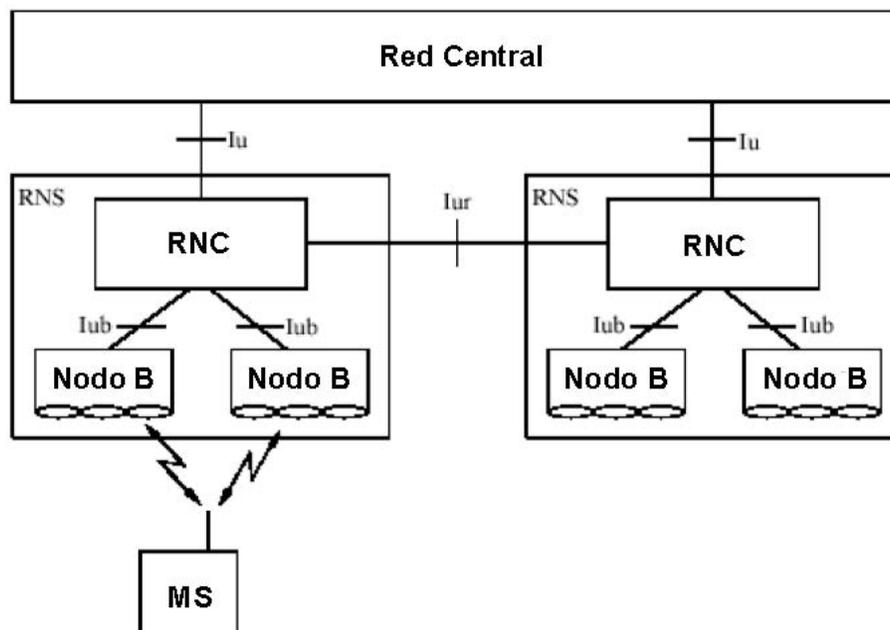


Figura 13 – Arquitectura IMT-2000

La unidad móvil se conecta mediante la interfaz Iu (utilizando W-CDMA) al Nodo B que es el equivalente al BTS en GSM, la interfaz Iu es la parte más importante del cambio, dicha interfaz será explicada ampliamente más adelante. Varios Nodos B son controlados por un solo Controlador de la Red de Radio a través de la interfaz Iu. Los diferentes RNC se conectan al CN por medio de la interfaz Iu. La conmutación de paquetes se da por medio de la interfaz Iu-PS y la conmutación de circuitos por medio de la Iu-

CS. Además se utiliza otra interfaz llamada Iur que funciona para interconectar dos RNC para así disminuir el trabajo del CN.

3.6.2. RNC

Con el Controlador de la Red de Radio IMT – 2000 cuenta con un administrador de recursos autónomo para descentralizar el tráfico, éste se encarga de handover suave. El RNC junto con sus respectivos nodos B forman un Subsistema de la Red de Radio. Para el handover suave se mantiene una comunicación con varios Nodos B y esto asociado con el uso de un Receptor Rake que da la micro diversidad necesaria para eliminar el desvanecimiento de la señal.

La mayor función de un RNC es la conexión de un portador de radio con su relación Iu. Para mantener la conexión entre el CN y la unidad móvil aun cuando ésta se encuentra en movimiento el RNC necesita una red de conmutación para las señales de banda ancha.

Adicionalmente en el RNC se encuentran el Administrador de recursos de radio y el control de UTRA. El administrador de recursos se encuentra a cargo de la estabilidad de la conexión y es responsable de dar el QoS requerido. Las mayores funciones del administrador de recursos son las siguientes:

- Control de handover para movilidad del usuario.
- Control de potencia para minimizar la interferencia.
- Control de acceso.
- Manejo de códigos de spreading en el enlace de bajada.

En el caso del control de UTRA las principales funciones son las siguientes:

- Difusión de información del sistema para notificar acerca de las condiciones individuales de las células.
- Control de acceso aleatorio para evitar congestiones.
- Funciones de seguridad de UTRA.
- Administración de la movilidad en modo conectado.
- Manejo de bases de datos para la unidad móvil e información específica de células.

Funciones del RNC¹⁴

Dependiendo de la función que desempeñe un RNC puede tomar diversos papeles; estos se explican brevemente a continuación: *RNC Controlador o CRNC*. Un CRNC se encuentra a cargo de todos los recursos lógicos que utiliza un Nodo B, solo existe un CRNC para un determinado Nodo B. Las funciones principales de un CRNC son la administración de información del sistema, administración de tráfico de los canales comunes, y control de la congestión y la carga en las células, control de acceso, y distribuye los códigos para nuevos enlaces de radio en las células. *RNC Sirviendo o SRNC*. Éste se encarga de la conexión entre una unidad móvil y el RNC, hay un SRNC por móvil que tiene una conexión con el RNS. Las funciones del RNC en este rol son: mapeo de los parámetros para el enlace de radio, control de potencia, macro diversidad y decisión de handover. *Drift RNC o DRNC*. Un DRNC apoya a un SRNC con recursos de radio en el caso de conexiones con macro diversidad. Si una conexión entre una unidad móvil y su SRNC llega por medio de otro nodo B conectado a un RNC diferente, este RNC se conoce como DRNC.

¹⁴ Descripción del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y WCDMA.

3.6.3. Nodo B

Se conecta al usuario por medio de la interfaz aérea Uu (W-CDMA), y su principal función es la de convertir de y para esta interfaz. El proceso interno de este elemento incluye la transferencia de información de los canales de transporte en la interfaz Iub a los canales físicos de la interfaz Uu. Además incluye corrección de errores, la modulación por medio de QPSK, el spreading y despreading de W-CDMA, así como el ajuste de la tasa de transmisión. Mide la calidad y fuerza de la señal y manda ésta información al RNC para el proceso de handover y la combinación de macro diversidad. Tiene funciones para estimación de tráfico en la célula y control de acceso de ser requerido por el RNC.

El Nodo B también participa con el control de potencia, al hacer que la unidad móvil ajuste su potencia por las indicaciones que llegan por el enlace de bajada, a causa de las medidas enviadas por el enlace de subida de control de potencia de transmisión. Otra función del nodo B es la sincronización de tiempo y de frecuencia. Algo importante que añadir es que la relación entre RNC y el nodo B es de una forma maestro – esclavo.

3.7. Tipos de canales en el IMT – 2000.

3.7.1. Canales lógicos

Un canal lógico es la interfaz entre RLC y la capa MAC. Un canal lógico se caracteriza por el tipo de información que lleva. La capa 2 se divide en las siguientes subcapas MAC, RLC, protocolo de convergencia de paquetes de datos y broadcast/multicast control. La capa 3 se subdivide en planos de control y de usuario.

Los canales lógicos se dividen en canales de control y canales de tráfico.

3.7.1.1. Canales de control:

- Canal de Control de Broadcast (BCCH). Este canal va en el enlace de bajada, se utiliza para difundir información del sistema, así como información específica de la célula.
- Canal de Control de Voceo (PCCH). Este canal también va por el enlace de bajada y se encarga de enviar información de voceos.
- Canal de Control Dedicado (DCCH). Este canal también se utiliza para enviar información de control a la unidad móvil; además es un canal dedicado punto a punto bidireccional que se establece cuando la unidad móvil empieza una conexión RRC con la red.
- Canal de Control Común (CCCH). Este canal lógico es bidireccional y se utiliza para enviar y recibir información de la red. Es utilizado cuando no existe una conexión por medio del canal DCCH.

3.7.1.2. Canales de tráfico

- Canal de Tráfico Dedicado (DTCH). Es un canal punto a punto dedicado a una unidad móvil; se utiliza para transferir la información de usuario y éste tipo de canal puede existir tanto en el enlace de bajada como en el de subida.
- Canal de Tráfico Común (CTCH). Es un canal punto a multipunto, se usa para transferir información de usuario a todos o un grupo de usuarios móviles.

3.7.2. Canales de Transporte.

La interfaz entre la capa MAC y la capa física son los canales de transporte. Los canales de transporte son codificados y se ajustan a la tasa ofrecida por los canales físicos.

Todos los canales de transporte son unidireccionales. Los canales de transporte se dividen en dos grupos: canales comunes y canales dedicados.

3.7.2.1. Canales de Transporte Comunes.

- Canal de Broadcast (BCH). Se utiliza para difundir información del sistema a toda la célula. Como los parámetros para el BCH son fijos, cada unidad móvil puede decodificar la información difundida. Dicha información solo existe en el enlace de bajada.
- Canal de acceso de subida (FACH). Igualmente solo existe en el enlace de bajada y se utiliza para enviar relativamente poca información de control. La transmisión está limitada en tiempo, los parámetros de éste canal son difundidos vía la información del sistema. Este canal puede llevar cualquier canal de control.
- Canal de Voceo (PCH). Solo existe en el enlace de bajada, su función es llevar información relevante al proceso de voceo.
- Canal Compartido del Enlace de bajada (DSCH). Éste canal es compartido por varios usuarios. Éste canal es similar al FACH, sin embargo, éste si cuenta con control de potencia por lo que puede ser utilizado más tiempo. Siempre se encuentra asociado a un DCH. La información de cuando decodificar y que código de pseudoruido utilizar va por el DCH.
- Canal de acceso aleatorio (RACH). Este canal solo se encuentra en el enlace de subida y se utiliza para enviar información de control a la red; aunque también puede ser utilizado para enviar poca información en forma de paquetes a la red. Debido a que todos los móviles, en el área de cobertura, utilizan este canal existe un gran riesgo de colisiones. Los parámetros para este canal son difundidos por el BCH. Para acceso inicial utiliza control de potencia de lazo abierto.

- Canal de paquetes comunes (CPCH). Existe únicamente en el enlace de subida, es similar al RACH ya que también envía paquetes de información a la red, pero este canal cuenta con un procedimiento para su acceso por lo que se pueden evitar colisiones; además utiliza un rápido control de potencia por lo que puede estar en operación un periodo de tiempo mayor. Puede cambiar su tasa de transmisión en una base de segmento en segmento.

3.7.2.2. Canales de Transporte Dedicados.

Canal Dedicado (DCH). Es un canal de transporte dedicado a una unidad móvil, provee transferencia de información tanto de control como de usuario. Es el único canal de transporte que soporta handover suave. Existe en ambos enlaces.

3.7.3. Mapeo de canales lógicos en canales de transporte¹⁵.

En la siguiente tabla se muestra como se mapean los canales lógicos en los canales de transporte. Dichos canales se encuentran divididos dependiendo del enlace en el que estén.

<i>Enlace de Bajada</i>	<i>Enlace de Subida</i>
BCCH ⇒ FACH, BCH.	CCCH ⇒ RACH
PCCH ⇒ PCH.	DCCH y DTCH ⇒ RACH, DCH y CPCH
CCCH y CTCH ⇒ FACH	
DCCH y DTCH ⇒ FACH, DCH y DSCH.	

Tabla 3 – Mapeo de Canales lógicos en canales de transporte.

¹⁵ Descripción del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y WCDMA.

Los canales físicos se utilizan para finalmente transmitir la información por la interfaz aérea y definen las características físicas exactas del canal de radio. Un canal físico corresponde a una frecuencia portadora, código, y en el enlace de subida a su fase relativa. Se utiliza un código de scrambling para identificar al transmisor. Así el receptor puede discriminar los transmisores que solo le causan interferencia a la señal.

3.7.4. Canales Físicos.

3.7.4.1. *Canales Físicos que llevan un canal de transporte.*

- Canal Físico Dedicado de Datos (DPDCH). Es un canal físico dedicado que lleva información del DCH. Existe en los enlaces de subida y bajada. Canal Físico de Acceso Aleatorio (PRACH). Es el canal físico que lleva al RACH. Como se utiliza para acceder al sistema tiene que lidiar con la interferencia cerca – lejos. Por lo que se especifico un método para controlar su potencia.
- Canal Físico de Paquetes Comunes (PCPCH). Lleva el CPCH. Es asignado usando multiplexación por tiempo y por lo tanto compartido por varios usuarios. Es opcional para una red. Utiliza ajuste rápido de potencia.
- Canal Físico Primario de Control Común (P-CCPCH). Lleva el BCH, tiene una tasa de transmisión fija de 30 Kbps.
- Canal Físico Secundario de Control Común (S-CCPCH). Lleva el FACH y el PCH, soporta varias tasas de transmisión.
- Canal Físico Compartido del Enlace de Bajada (PDSCH). Lleva el DSCH. Va en el enlace de bajada asociado con un DPCCH que informa a la entidad receptora acerca de control de potencia, tiempo de acceso, y el código de spreading para el PDSCH.

3.7.4.2. Canales Físicos requeridos para operación del sistema.

- Canal Físico de Control Dedicado (DPCCH). Se transmite simultáneamente con el DPDCH. Lleva información de la capa física necesaria para la operación del sistema y para mejorar el desempeño del sistema.
- Canal de Control Piloto (CPICH). Es la referencia física para otros canales, difunde una secuencia predefinida de símbolos, es necesario para la unidad móvil para poder decodificar el código de scrambling de la célula, para estimación de canal y mediciones de las células adyacentes.
- Canal de Sincronización (SCH). Es necesario para que la unidad móvil busque células y para la sincronización con las mismas. Tiene dos subcanales, un primario y un secundario.
- Canal de Indicador de Adquisición (AICH). Se utiliza para el proceso de acceso del PRACH. Para éste proceso se utilizan también los canales CSICH, APAICH y CD/CA-ICH.
- Canal de Indicación de Voceo (PICH). Se utiliza para soportar recepción discontinua, lleva información acerca de presencia de mensajes de voceos en el PCH.

3.8. Control de Potencia.

El control de potencia en WCDMA aumenta el número de usuarios por portadora al disminuir el nivel de interferencia. Esto se debe a que se toman 1500 mediciones de la potencia por segundo, y modificando la potencia con la que transmiten tanto el móvil como la radio base, gracias a esto los niveles de interferencia son muy bajos por lo que el número de usuarios puede incrementar.

Además de disminuir el nivel de interferencia, con el control de potencia se presenta un fenómeno llamado *cell breathing*. *Cell Breathing* significa que dependiendo de el número de usuarios el tamaño de la célula puede variar, mientras con muchos usuarios el tamaño de la célula será menor, mientras menos usuarios se encuentren en el sistema la cobertura será mucho mayor. Este fenómeno se muestra en la siguiente figura

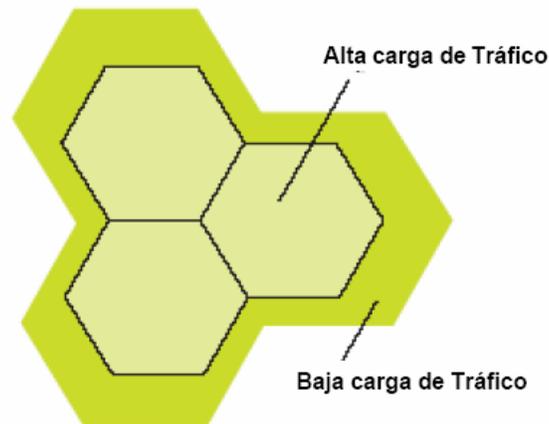


Figura 14 – Cell breathing

3.9. Handover en IMT – 2000 (WCDMA).

Existen tres clases de Handovers en WCDMA, el Handover Suave, el Handover Duro y el Handover Entre sistemas. Un proceso de Handover es iniciado en el sistema, para esto se tiene que basar en algunos criterios de RF medidos por el MS o por el sistema; como lo son el nivel de la señal o RSSI, la calidad de la conexión y el retraso en el nivel de potencia de propagación. Este proceso también puede depender del tráfico actual en una célula, requerimientos de mantenimiento, niveles de interferencia, entre otros.

Para saber si un proceso de Handover es requerido, un MS toma mediciones de radio de las células vecinas. Estas mediciones son reportadas a la célula en servicio. El fin de estas mediciones es el de encontrar la célula más viable para recibir al móvil.

El handover suave se ejecuta dentro del mismo sistema, mientras que el handover duro puede ser ejecutado por la red UTRA / GERA, o por UTRA y GERA, o incluso con la participación de la red central (core network) si las interfaces Iur y Iur-g entre la RNS's no existen, con esto dando la función de movilidad al usuario, este tipo de handover es fundamental porque permite al usuario cambiar de red si es necesario para continuar con el servicio. El handover entre sistemas consiste en el cambio de un sistema a otro completamente diferente, por ejemplo, un cambio de IMT-2000 a GSM. Este tipo de handover es el más complicado ya que se tienen que cumplir ciertos requisitos; primero el usuario debe contar con un equipo que tenga el modo dual, el handover toma más tiempo debido a que tiene que sincronizarse con el sistema al que está ingresando, la transmisión debe ser detenida en IMT - 2000 y reiniciada en GSM, además de la adaptación de la tasas de transmisión entre un sistema y el otro.

En el caso de IMT-2000 se agregan otros dos tipos de handover: el handover más suave, handover entre frecuencias y el handover entre modos.

El handover más suave aparece cuando un móvil se encuentra en un área en donde dos células se traslapan, con la diversidad se suma la señal que llega de dos patrones de antenas diferentes y así la BS no tiene que transmitir con más potencia. El handover entre frecuencias consiste en que el móvil cambia su frecuencia portadora resultando esto en un handover duro, la razón por la que tiene que existir este handover es por el tipo de estructuras de las células y las condiciones de tráfico. El handover entre modos es para el caso específico de UTRA FDD y TDD, para este handover se necesita un terminal especial que soporte el modo dual.

3.10. Autenticación y Parámetros de Seguridad.

Los procesos de autenticación y cifrado utilizan las mismas bases que para GSM o GPRS. Para permitir la autenticación mutua del usuario y de la red se tienen que agregar 2 parámetros a los 3 ya existentes para GSM y GPRS. Estas adiciones a los procesos de seguridad de GSM se crearon para tener la máxima compatibilidad con la red de GSM existente. Adicionalmente a la clave única de usuario (Ki), así como el número de acceso aleatorio (RAND), se crea una secuencia SQN por el centro de autenticación que será utilizada posteriormente para comprobar que la autenticación en proceso no se ha utilizado anteriormente. El número de la secuencia es generado por dos contadores, uno en el AuC y otro en el USIM, en el USIM se revisa cual ha sido el mayor SQN que ha aceptado el dispositivo. El contador en el AuC incrementará con cada autenticación y la unidad móvil solo revisará que el valor actual sea mayor al anterior. El último elemento para la autenticación es el AMF o campo de administración de la autenticación.

4. CONVERGENCIA Y MOVILIDAD

Recomendación Q.1761 (01/04)- Principios y requerimientos para la convergencia de redes existentes fijas y sistemas IMT-2000 :

Esta recomendación describe los requerimientos para el uso de redes fijas como redes de acceso para redes basadas en IMT-2000. La convergencia de estas redes permite a los usuarios móviles hacer roaming fuera de las áreas de cobertura de servicio de la red IMT-2000 y tener acceso al mismo conjunto de servicios de su red IMT-2000. Esta recomendación también describe el marco de convergencia para móviles y los requerimientos de capacidad para terminales fijos mejorados que pueden ser empleados para ampliar el roaming de usuarios IMT-2000. Así mismo, se detallan los requerimientos

administrativos en redes fijas para manejar la movilidad que soporta el roaming de los usuarios IMT-2000¹⁶.

4.1. Objetivos de movilidad y convergencia propuestos por IMT-2000

El objetivo general de las redes IMT-2000 de la próxima generación es facilitar la interoperabilidad y movilidad mundial y el acceso al mismo conjunto de servicios desde diferentes redes de la familia IMT-2000. Para tal fin se hace necesario garantizar que en los sistemas convergentes no haya problemas en la prestación de servicios al pasar a través de las diversas redes fijas (RTPC, RDSI, RDPC, WAN/LAN/CATV, etc.) y de redes móviles en evolución. La convergencia de diversos tipos de redes presenta una oportunidad y hace necesario encontrar el mecanismo que permita a los usuarios IMT-2000 hacer uso de las redes convergentes para extender su alcance al servicio de voz básico y a los servicios específicos que haya contratado cada abonado.

Una de las premisas es lograr que la movilidad mundial sea independientemente del mecanismo de acceso o de la tecnología de red de acceso utilizados. Los usuarios de redes móviles IMT-2000 deben poder inscribirse a una red fija en calidad de usuario visitante, disfrutando de todas las ventajas de un usuario propio, salvo la movilidad de terminal. Hay que definir mecanismos adecuados para que el usuario visitante se pueda inscribir en la red fija visitada, así como para su autenticación y acceso al servidor de la red contratada que contiene el perfil de servicios del usuario.

Esto es la convergencia fija/móvil que podría aplicarse en zonas donde no se disponga de la tecnología de radio de 3G, y que además se podría utilizar para extender los servicios 3G a otros mecanismos de acceso, como el fijo, para los usuarios IMT-2000.

¹⁶ Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, grupo de estudio UIT-T, Recomendación Q.1761 (01/04)- Principios y requerimientos para la convergencia de redes existentes fijas y sistemas IMT-2000

La evolución de tecnologías de red para núcleos individuales en torno a soluciones basadas en IP provee oportunidades de largo plazo para la convergencia de diferentes tecnologías de red.

4.1.1. Armonización

Con armonización nos referimos a la creación de un entorno global universal y el acceso de los servicios contratados desde diferentes redes de la familia IMT-2000. Estas actividades se basan principalmente en todas las redes IP y por tanto se las considera como actividades a mediano y largo plazo. Dado que la convergencia fijo/móvil se basa en las redes fijas e IMT-2000 actualmente definidas e instaladas, ésta se considera un objetivo a corto plazo para satisfacer las necesidades inmediatas de los usuarios.

4.1.2. Modulo de identidad de usuario

Uno de los objetivos propuestos por el IMT-2000 es la creación de un código único de identificación de usuario, válido en cualquier entorno y área de cobertura.

Finalmente se logro la normalización de un módulo de identidad de usuario (UIM, *user identity module*)¹⁷ independiente de la tecnología de acceso, cualquier usuario podrá movilizarse a cualquier lugar en el mundo cargando su UIM que funcionará como un instrumento de itinerancia global. El usuario no necesitará de equipos terminales complejos de tecnología de radio multimodo, ya el UIM será compatible con todo tipo de terminales, tanto para acceso alámbrico como inalámbrico.

Todavía se sigue trabajando en el desarrollo de terminales móviles utilizables en todo el mundo que soporten todas las interfaces de la familia

¹⁷ UIT - Q.1741: Functional Specs. and Requirements for IMT-2000 UIM

IMT-2000, y es posible que pase algún tiempo antes de que estén en el mercado.

4.1.3. Entorno de red para los usuarios móviles IMT-2000.

Para la integración de los medios y redes existentes se hace necesario considerar los siguientes grupos:

- Múltiples miembros de la familia IMT-2000;
- Acceso fijo, con movilidad continua hacia los sistemas móviles: xDSL, cable, banda estrecha (para los servicios IP), WLAN en zonas de acceso (por ejemplo WISP), etc.;
- Radiodifusión de audio digital (DAB, *digital audio broadcast*).

Estos sistemas tienen capacidades de anchos de banda distintos, así como muy variadas tecnologías de acceso (Radio GPRS, W-CDMA, cdma2000 y otros sistemas privados de radio, además de xDSL, cable, etc.). Por esa razón, no se espera poder contar con un sólo terminal multimodo para tantos métodos de acceso. Por ello se prevé que los usuarios puedan acceder a la red utilizando una gama de terminales, algunos de ellos habilitados para la operación multimodo. Por consiguiente, para lograr la movilidad a través de un entorno tan heterogéneo es necesaria la adaptación de servicio (VHE) tanto para la movilidad del terminal como para la individual.

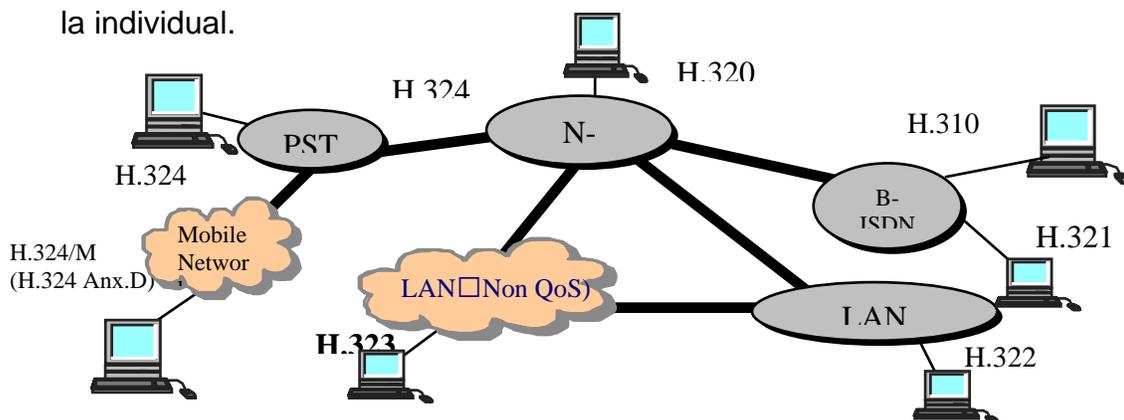


Figura 15 – Integración de las redes existentes para IMT-2000

4.1.4. Requerimientos para la implementación de redes IMT-2000

- Redes digitales basadas en conmutación de paquetes.
- Tecnología IP (Internet Protocol) basada en paquetes. Esto constituirá el núcleo de las redes 3G. significará que podremos estar en línea de manera constante; "siempre conectados". IP permite el uso de la misma red para todos los tipos de servicios. IPv6 maneja de forma mas adecuada las aplicaciones de tiempo real, y permitirá gran capacidad de direccionamiento
- El protocolo IPv4 puede encapsular tramas IPv6 con el fin de permitir emular la operación de IPv6 en redes ya implementadas y que no la soportan.
- Capacidades de banda ancha en las redes de soporte.
- Acceso simultáneo y de alta velocidad a los servicios cargados de atributos como el entretenimiento, la información y el comercio móvil (e-commerce).
- Evolución hacia nuevas estructuras de red
- Desarrollo basado en capas de red.
- La estandarización de nuevas interfaces de radio de banda ancha
- Compatibilidad con sistemas basados en 2 y 2.5 generación.
- Especificaciones abiertas y aceptadas mundialmente
- Incorporación de un nuevo espectro de radio y Uso eficiente del espectro disponible
- Múltiples procesadores FPGA ASIC DSP¹⁸ y antenas adaptativas.

¹⁸ Dacom Corporation, Outline and Special Features of IMT-2000 Service - Developed Modem ASIC for WLL

4.1.4.1. Requerimientos de servicio

- Poder cambiar de punto de acceso o de terminal denominados de usuario móvil/nómada. Siendo así, sólo podrán aplicarse las funciones de gestión de movilidad a los usuarios móviles/nómadas.
- Poder lograr el acceso desde cualquier punto de acceso de red, incluida todas las tecnologías de acceso mencionadas, y la capacidad de utilizar otras redes. Estas posibilidades pueden limitarse en las disposiciones de inscripción e itinerancia acordadas entre los diversos proveedores de servicio.
- Poder disfrutar de sus servicios de una manera coherente, que dependa sólo de las restricciones que perciben en cada situación. Este requisito se aplica tanto a servicios prestados por el operador de red como por una tercera parte.
- Que su disponibilidad y la posibilidad de encontrarlo sean conocidas por las funciones de red y, posiblemente, por los servicios y aplicaciones, en particular los proporcionados por una tercera parte.

4.1.4.2. Requerimientos de red

Desde el punto de vista de la gestión de movilidad y roaming, estos objetivos permiten determinar los siguientes requisitos:

- Un enfoque coherente basado en los sistemas 3G y fijos iniciales.
- Una reducción de costos (instalación y explotación de la red).
- Una mayor eficacia de utilización del espectro; y nomadismo, movilidad e itinerancia entre los diferentes sistemas de acceso, ya sean fijos o móviles.

4.1.5. Utilización de una red fija como "red de acceso fijo" IMT-2000.

Una red móvil IMT-2000 esta compuesta a su vez por dos sistemas, un acceso radioeléctrico y una red central. El acceso radioeléctrico utiliza tecnologías avanzadas complejas y será relativamente costosa si su fabricación e instalación no se masifica. Al mismo tiempo, la mayor parte de los servicios al abonado se prestan desde la red central, por lo que mejorar las redes fijas existentes para que puedan soportar abonados itinerantes y funcionen como "red de acceso fijo", permitirá prestar parcial o totalmente los servicios a dichos abonados itinerantes. Una "red de acceso fijo" está caracterizada por una tecnología que ha alcanzado cierto grado de madurez, es rentable, fácil de utilizar y proporciona mayor ancho de banda y fiabilidad. La expansión hacia una tal "red de acceso fijo" podría ser inmediata y estar al alcance de las capacidades tecnológicas y económicas de los países en desarrollo.

Una red fija que funcione como "red de acceso fijo" (FAN, *fixed access network*)¹⁹ se puede basar en la tecnología de conmutación de circuitos o en la tecnología avanzada de conmutación de paquetes que soporta diversos mecanismos de acceso como por ejemplo, bucle analógico, línea digital, cable o inalámbrico.

Un abonado que una red convergente de este tipo espera disponer de los servicios básicos de telecomunicaciones desde cualquier punto de acceso disponible. La disponibilidad de servicios avanzados depende de las capacidades de la red de acceso y del terminal que se utilicen para acceder a los mismos. Los puntos de acceso de servicio podrían basarse en tecnologías de redes de acceso de líneas fijas analógicas o digitales, bucle local inalámbrico, o móvil 2G, 3G o posteriores a 3G. El terminal puede ser del tipo simple POTS, una línea analógica/digital basada en tarjeta inteligente, un terminal fijo digital de alta capacidad, un terminal fijo inalámbrico basado en la tecnología WLAN, un terminal móvil multimodo o

¹⁹ TNO Telecom, Fixed Access and Home Networks

monomodo 2G/3G o posterior a 3G, como un terminal de bucle local inalámbrico (WLL, *wireless local loop*) o un terminal móvil que soporte los conjuntos de capacidades 3G en acceso radioeléctrico IMT-2000/2G/2+ así como acceso fijo. Para facilitar la comodidad del usuario, la inscripción y anulación de ésta podría hacerse automáticamente en los puntos de acceso fijo disponibles utilizando soluciones inalámbricas en porciones del espectro no sujetas a licencia comercial.

4.1.6. Registro de servicio.

El registro de los abonados en la red fija originaria o visitada se puede realizar de forma manual, discando códigos de identificación en los terminales existentes de red fija, o de forma automática mediante el uso de terminales de línea fija de capacidades mejoradas. Estos últimos podrían aceptar un UIM (*User identity module*) e inicia automáticamente el registro y la autenticación.

Tanto la red fija como la móvil pueden emitir el UIM y este será reconocido por el conjunto global de redes IMT-2000. El terminal mejorado también permite al abonado IMT-2000 registrarse en la red fija como itinerante y recibir así el mismo conjunto de servicios contratados en su red propia, teniendo en cuenta las limitaciones que pueda tener el terminal fijo disponible y la red de acceso fija (FAN). Un mismo terminal de línea fija puede soportar varios y diversos abonados conectados simultáneamente al mismo terminal de modo compartido. Una alternativa para masificar el acceso a la red desde cualquier punto es la instalación de terminales colocados estratégicamente en lugares públicos adecuados, como las infraestructuras de acceso público, esto le permite al usuario IMT-2000 un mayor aprovechamiento de sus recursos y servicios contratados a través el acceso fijo, dado que éste tiene mayor ancho de banda y fiabilidad para ciertos tipos de servicios. Conviene que las redes soporten el registro de

abonados, anulación de registro, etc., desde el punto de acceso fijo con el fin de que dichos terminales puedan ser compartidos entre muchos usuarios y reducir la carga sobre la red.

De acuerdo a la evolución de los sistemas IMT-2000 se prevén 3 mecanismos para el registro de servicio:

- Discar manualmente los códigos de acceso, identificación y autorización a través de terminales POTS convencionales. Este mecanismo sería útil en la primera fase de instalación de la FMC en la que no sería necesario cambiar el terminal fijo existente. Este mecanismo se encuentra limitado por las restricciones y debilidades de las redes POTS convencionales, por lo que tocaría implementar medidas para garantizar seguridad al usuario y al proveedor, además de disminuir el tiempo de establecimiento de llamada.
- Insertando el UIM en el terminal fijo destinado. El FTE interactuará con el plano móvil fijo (FMP) a través del mecanismo de señalización adecuado de manera que la FAN sea transparente. Este mecanismo permitirá que el FTE tenga un registro de servicio más rápido, automático y proporcionará una mayor confidencialidad de la identidad del abonado. Este tipo de sistemas requieren en primera medida el desarrollo de las plataformas y terminales IMT-2000, por lo que puede considerarse como el segundo paso a la migración a 3G.
- Mediante un mecanismo inalámbrico portátil con UIM incorporado, capaz de detectar el terminal fijo disponible, para luego registrarlo. De este manera, se optimizará el potencial de la convergencia fijo móvil haciéndolo perfectamente conveniente para el usuario. Así mismo, el FTE podrá tener además una interfaz inalámbrica para interactuar con dispositivos inalámbricos próximos a él que incorporen UIM, que sean

capaces de ampliar todo el enlace de comunicación entre el dispositivo inalámbrico y el terminal fijo. Si hay varios FAP próximos, el dispositivo inalámbrico podrá seleccionar uno de ellos en función de la intensidad de la señal que recibe de los mismos, contando también con la movilidad de la terminal. Sería apropiado que la sesión-llamada continúe cuando el abonado cambie de FAP. Además, existe la posibilidad de tener terminal multimodo que soporte acceso radioeléctrico de amplio alcance y el acceso inalámbrico fijo de corto alcance y que cumpla el requisito de movilidad completa de terminal entre el acceso radioeléctrico IMT-2000 y el inalámbrico fijo de corto alcance. En este caso, un terminal IMT-2000 que tenga la posibilidad de acceso inalámbrico fijo de corto alcance podría iniciar el registro de servicio en una red fija mejorada a través del FAP-inalámbrico, liberando el espectro de radio 3G para otros abonados móviles y contribuyendo al mejor uso de las nuevas frecuencias y el óptimo empleo de las actuales definidas para las distintas tecnologías de red que converjan.

4.1.7. Mecanismo de identidad única de usuario.

Para obtener movilidad en las redes fijas, es necesario que la identidad del usuario sea independiente de la del terminal de acceso fijo, y además que el usuario se identifique unívoca e independientemente de la tecnología de acceso. Por tanto es necesario que un abonado IMT-2000 pueda desplazarse entre redes fijas mejoradas, y que el IMSI²⁰ se pueda también utilizar para identificar unívocamente a los abonados FMP.

²⁰ UTI - Recommendation E.212 (11/98) - The international identification plan for mobile terminals and mobile users

La UIT-T esta realizando estudios sobre cómo normalizar un mecanismo de identificación que satisfaga todas las necesidades de comunicación de un usuario y que sea independiente del tipo de red y tecnología de acceso, dada la actual implementación de la IMSI es posible desarrollar este mecanismo como el punto de partida para la unificación.

4.1.8. Requisitos de capacidad para terminal fijo mejorado (FTE).

- Interacción del terminal fijo mejorando (FTE) con el FMP.
- La identidad de abonado deberá ser independiente de la identidad del terminal de acceso.
- La relación entre el usuario y el terminal ha de ser dinámica, esto implica que los usuarios se registren a través del FTE y que exista una autenticación del usuario que accede a los diversos servicios de red.

4.1.9. Requisito de capacidad de señalización

Para poder proporcionar movilidad discreta en redes fijas, es necesario que la identidad del FTE que se utilice sea independiente de la del usuario. Los usuarios itinerantes provenientes de diferentes redes pueden utilizar el FTE como punto de acceso. Para acceder a diversos servicios, el abonado debe registrarse en la red, mientras que ésta debe mantener un registro de la relación FTE y usuario para poder proporcionar dichos servicios. La relación dinámica entre el FTE y el usuario hace necesarios varios procedimientos entre red y terminal, por lo que se necesita un protocolo de comunicación mejorado y un mecanismo de transporte de señalización entre el FMP y el FTE capaz de intercambiar señalización con el FMP para realizar la gestión de movilidad necesaria y los procedimientos relativos al control de llamada.

4.1.10. Requisito de relación de la identidad de usuario

Al diferenciarse las identidades del FTE y del usuario es entonces posible que los diversos usuarios accedan a los servicios de red por separado y simultáneamente a través del mismo FTE, que actuaría como punto de acceso fijo. Para que haya funcionalidad de roaming y de movilidad discreta es necesario que cada usuario se identifique individualmente, para esto se propone adoptar un mecanismo de secuencias marcables (identidad de usuario, PIN, etc.), una solución basada en tarjetas inteligentes o cualquier otro mecanismo adecuado. Múltiples usuarios pueden acceder simultáneamente los servicios de red a través del mismo FTE, el cual a su vez debe servir sin ambigüedad a cada uno de los usuarios.

4.1.11. Interfaz de usuario mejorada.

Los diversos servicios y mecanismos de acceso a la red previstos por el IMT-2000 harán también necesaria una interfaz usuario FTE mejorada, esta deberá proporcionar los siguientes datos:

- Un código o un nombre nemotécnico corto que identifique la red con la que el usuario está actualmente registrado.
- Registrado de un usuario en calidad de "itinerante".
- Un sistema de "menú" adecuado que permita al abonado utilizar a conveniencia todos los servicios posibles en el escenario convergente.
- Mantener la información de todos los Usuarios conectados a una misma FTE, esto con el objetivo de:
 - o El anuncio sin ambigüedad de la identidad del posible destinatario de una llamada entrante.

- La prestación del servicio de autenticación local de usuario en el caso anterior y mientras éste intenta acceder a diversos servicios y/o menús.
- Mecanismos para que el usuario pueda establecer/cambiar/solicitar diversos parámetros de servicio bien sea localmente en su UIM o de la red.
- Envío a la red de un código contraseña/autenticación del usuario durante el registro, autenticación, petición de un servicio, etc.

4.1.12. Requisitos funcionales de gestión de movilidad en las redes fijas

El entorno general de las redes se basa principalmente en la coexistencia de tecnologías complementarias, especialmente de las técnicas de acceso, y en el desarrollo futuro de terminales multimodo y adaptables, así como de servicios adaptables y escalables.

El protocolo IP operando en la red central del plano de transferencia hará posible establecer un vínculo entre las diversas tecnologías fijas e inalámbricas, sin embargo es necesario desarrollar nuevas funciones de red en la capa de control con objeto de soportar la movilidad global en el entorno heterogéneo. Las funciones necesarias previstas son:

- *Mecanismos de identificación y autenticación*
- *Función de control de acceso y autorización*

La función de autorización responde a una petición de conexión hecha por el usuario y posteriormente a una configuración de red de acceso global adaptada al usuario móvil/nómada, esto debe incluir un conjunto global de niveles de QoS para las conexiones de usuario determinadas a partir del

abonado de éste y las capacidades técnicas y restricciones de la red de acceso.

– *Gestión de ubicación*

Las funciones de gestión de la ubicación se dividen en gestión de la ubicación de la red y gestión de la ubicación geográfica.

- *Atribución y gestión de dirección IP* (IP fijo y móvil)

- *Gestión de entorno de usuario (VHE)*²¹

Definición de las restricciones globales impuestas al usuario nómada/móvil para mostrar las características principales del entorno de usuario.

- *Gestión de perfil de usuario*

Las funciones de gestión del perfil de usuario se encargan de almacenar y actualizar todos esos datos.

- *Acceso a la información de usuario.*

Personalizar servicios y funciones de red, esta función es obligatoria para el VHE.

4.2. Ventajas de la convergencia móvil

- Se podría suministrar servicios a un usuario móvil en una zona donde no haya red radioeléctrica, o no sea viable instalarla y mantenerla.
- Se podría dar un valor añadido a las redes de línea fija gracias a la adición de movilidad y servicios similares.
- Sería posible utilizar más eficazmente el espectro radioeléctrico de las redes IMT-2000.

²¹ <http://www.auladatos.movistar.com/> , Sistemas de tercera Generación 7.3.1. VHE, Virtual Home Environment
Rec. UIT-T Q.1701

- Se podría incrementar la densidad telefónica gracias a un mayor acceso.
- La instalación inicial de la red IMT-2000 en regiones pequeñas sería más atractiva.

Se prevé un gran aumento de la utilización de la red fija gracias a la separación del abonado del terminal fijo en un terminal independiente, como por ejemplo en una tarjeta personal. De esta manera, el usuario tendrá la sensación de tener un abonado personal, en lugar de considerarlo como uno de grupo/familia/empresa. Este tipo de personalización servirá para sustituir paulatinamente los abonados de "grupo" por los "personales" y, por ende, aumentará la densidad telefónica. La fabricación de equipos, expansión y explotación de las redes FAN necesarias para suplir la demanda deberían ser acordes con los medios tecnológicos y financieros de los países en desarrollo. Si se logra ofrecer acceso a los servicios IMT-2000 a través de una red FAN, de manera rentable, aumentará la demanda de éstos y posteriormente dará lugar a un aumento de la demanda de redes de acceso radioeléctrico (RAN, *radio access network*) IMT-2000 y terminales 3G.

Así mismo se prevé que la instalación inicial de las IMT-2000 tendrá lugar en pequeñas regiones, puesto que no es posible dar cobertura a todo un país rápidamente utilizando costosas tecnologías radioeléctricas IMT-2000. Todo abonado IMT-2000 esperaría, desde luego, poder acceder mientras se desplaza a los servicios fuera de la cobertura del acceso de radio 3G, mediante las redes móviles 2G/2G+ disponibles, y cuando no se desplaza a través de la red fija.

La mayor calidad de servicio que se ofrece a través de la red fija normal comparada con la que ofrecen los sistemas 2G/2G+ satisfará a los abonados IMT-2000. El hecho de que el usuario libere espectro inalámbrico cuando no se mueve, y que a su vez siga disfrutando del mismo conjunto de servicios que estaba recibiendo con el acceso inalámbrico, hará que se puedan soportar más

abonados móviles con el espectro disponible. Ésta es una razón adicional que fomentaría la convergencia de las redes móviles y fijas. Actualmente, el UIT-R está debatiendo el tema del espectro radioeléctrico adicional para las IMT-2000 y sistemas y posteriores, teniendo en cuenta una previsión de la demanda y que el ancho de banda del usuario se prevé que aumente hasta 10 Mbit/s o más

Es necesario que las autoridades nacionales de reglamentación estudien el efecto sobre la demanda de espectro teniendo en cuenta las ventajas de la convergencia fija/móvil, resaltando siempre que los abonados a la red móvil no consumirán los escasos recursos de espectro radioeléctrico cuando no se desplace y tenga otros tipos de acceso.

Otra forma posible de reducir la demanda de espectro IMT-2000 es que se siga utilizando el mismo tipo terminal IMT-2000 pero conectada a un punto de acceso fijo (FAP, *fixed access point*) disponible, utilizando tecnologías Bluetooth o WLAN, y de este modo, liberar automáticamente espectro IMT-2000. El recurso radioeléctrico así liberado estará disponible para otros usuarios de red móvil que se estén desplazando.

4.3. Mejoras generales a las redes fijas necesarias para el soporte de abonados móviles

El rápido y desmesurado crecimiento del tráfico de datos en sistemas inalámbricos y la importancia que esta cobrando las redes IP están generando un replanteamiento en la implementación de redes fijas y móviles. En necesario evaluar globalmente temáticas como la interconexión de redes fijas y móviles, las interfaces entre redes IMT-2000 y otras redes y las tecnologías necesarias para crear sistemas convergentes.

Un cambio fundamental en las redes fijas para la implementación de IMT-2000 es el soporte de la movilidad, en particular la prestación de servicios sin interrupciones y de manera transparente. A partir de esto se desarrollaran diversos tipos de servicios móviles para los usuarios de red fija, que van desde la movilidad de usuario hasta la movilidad de usuario y terminal, y la oferta de posibles servicios intermedios.

Además, entre las diversas técnicas de acceso de red disponibles puede haber varios tipos de itinerancia:

- En primera instancia se permitiría al usuario pueda disfrutar de itinerancia entre accesos de red fija y también entra accesos inalámbricos públicos; sin embargo, la itinerancia en el entorno fijo y en el móvil son independientes, y puede ocurrir que, desde el punto de vista de la red, se implementen con planes de gestión de movilidad diferentes.
- En segunda instancia se logrará la itinerancia de usuario entre accesos fijos e inalámbricos públicos, lo cual impondrá una serie de requisitos en la capa de control para la convergencia de las redes fijas IMT-2000.

En ambos escenarios es conveniente que el usuario perciba un servicio idéntico cuando se desplace. Esto es lo que se conoce como un entorno originario virtual (VHE, *virtual home environment*), que se describe en la Rec. UIT-T Q.1701. En esta Recomendación se trata el segundo caso de servicio dentro del contexto de la convergencia de los servicios fijo e IMT-2000.

Ejemplo de convergencia de redes y servicios propuestos por el IMT-2000

“Cerca del 50% de los pueblos de un país en desarrollo están conectados mediante una o varias líneas telefónicas. En estos pueblos hay también cabinas que se instalan en diversos lugares públicos diferentes del

ayuntamiento. Éstos son teléfonos sin operadora, que sirven como puntos de acceso para una red de acceso personal inalámbrica. Los habitantes llevan consigo un dispositivo que tiene la identidad del abonado y con el que se pueden editar y recibir mensajes de texto en el idioma local. Existen muchos servicios de información útiles, del estilo de gobernanza electrónica, basados en la mensajería de texto. Una cierta cantidad de personas utilizan al mismo tiempo la infraestructura de la red telefónica pública mejorada en un modo de compartición electrónica, sin necesidad de ninguna intervención manual. El servicio se paga conforme al tiempo de utilización, bien sea basado en un sistema prepago o un pospago. Es probable que la capacidad de mensajería de texto sea simplemente una función adicional de otro dispositivo, como un receptor de radio FM o una agenda electrónica de bolsillo. Puede ocurrir también que estos mismos dispositivos puedan utilizarse para las comunicaciones vocales. De lo contrario, el usuario puede utilizar los teléfonos públicos normales para efectuar o recibir llamadas. El costo de éstas corre a su cargo. Todos los usuarios pueden aprovecharse de los servicios de mensajería entrante y saliente y vocales a partir de cualquier teléfono ubicado en su pueblo o en cualquier otro lugar. La red mantiene un registro de su ubicación actual y el terminal fijo a través del cual el abonado se ha inscrito a la red. Algunos de los terminales públicos poseen capacidades de ancho de banda para la transmisión de datos que se adaptan a las necesidades. Se podrá utilizar la misma central y el mismo par de cobre para acceder a Internet con la capacidad de ancho de banda necesaria. A medida que crezca la demanda se ampliarán las capacidades de los terminales extremos, los medios de comunicación y la infraestructura de conmutación, de tal manera que todo redunde en beneficio de los habitantes de las zonas rurales en el mundo en desarrollo²².

²² UIT - Recomendación Q.1761 (01/04)- Principios y requerimientos para la convergencia de redes existentes fijas y sistemas IMT-2000

4.4. Mejoras generales a las redes fijas necesarias para el soporte de abonados móviles

La convergencia fijo-móvil (FMC, *fixed mobile convergence*) se puede lograr mediante la utilización de las redes fijas existentes de manera transparente al introducir un plano funcional extra denominado plano de movilidad fija (FMP).

Se utiliza como red de acceso fijo (FAN) la red fija existente sin necesidad de efectuar modificaciones importantes, y el FMP habrá de soportar las funciones equivalentes de una red central (CN) móvil para dicha FAN, como permitir la movilidad y los servicios adicionales al usuario de red fija. Las interfaces entre la FMP y la red central móvil se efectúa de la misma manera que se haría con cualquier otra CN de la misma familia IMT-2000, de modo que el abonado IMT-2000 pueda acceder a los servicios de su red contratada a través de la FAN.

Una red fija mejorada (EFN, *enhanced fixed network*) es la combinación de una red de acceso fijo y una FMP. Por consiguiente, un abonado IMT-2000 disfrutará, en una red convergente fijo-móvil, de movilidad discreta de terminal siempre que esté en una EFN, además de la movilidad continua de terminal cuando visita zonas geográficas con cobertura gracias a una tecnología radioeléctrica adecuada.

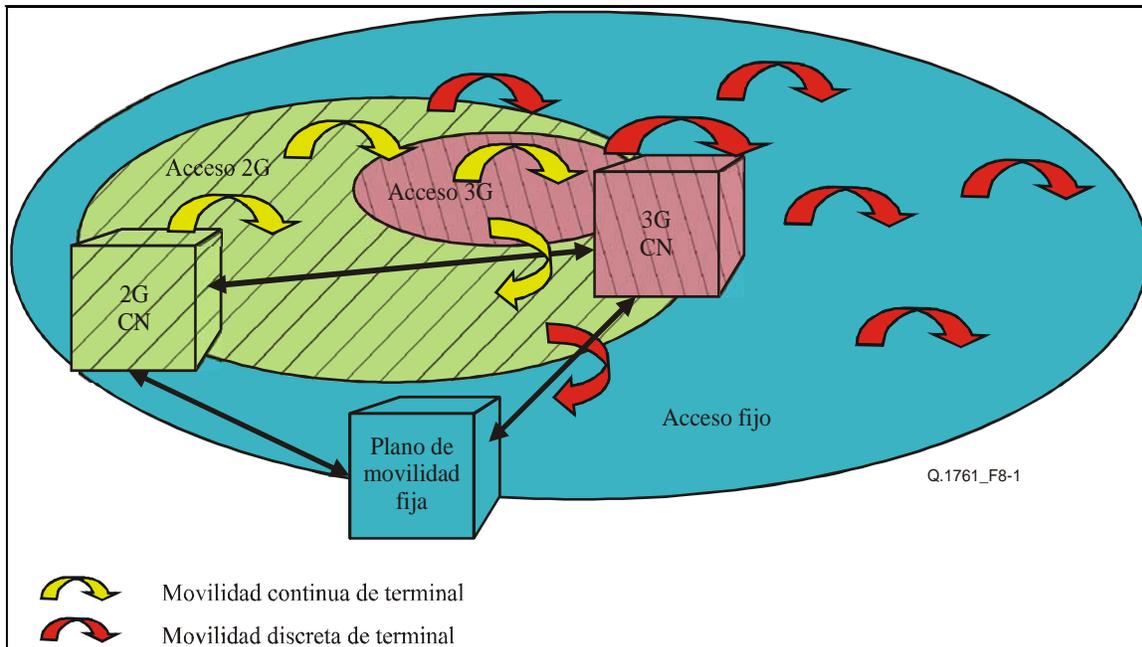


Figura 16 – Plano de movilidad fija FMP

El plano de movilidad fija (FMP) mantendrá la información de ubicación relacionada con la red fija o móvil en la que se encuentra al abonado, así como la identificación del terminal fijo en el cual se ha inscrito para de encaminamiento y otras funciones.

4.5. Diversas familias de red IMT-2000 e interfaces NNI FMP.

Las interfaces del FMP han de desarrollarse de tal manera que el miembro 1 de la familia IMT-2000 o el miembro 2 interactúen con la red fija como con cualquier otra CN de la misma familia. No obstante, la interfaz entre cualesquiera dos redes fijas evolucionadas (EFN) podría ser IF-1 o IF-2. Por lo tanto, el FMP debe soportar todas las interfaces NNI o una cantidad limitada de ellas a fin cumplir con los objetivos de instalación. La información relativa al tipo de interfaz NNI soportada con una determinada CN IMT-2000 se mantendrá como parte de los datos del acuerdo de itinerancia.

Para garantizar una futura implementación segura de la red convergente móvil-fijo, se prevé que el FMP tenga un trayecto de migración para soportar las posibles interfaces NNI con las redes CN que evolucionan.

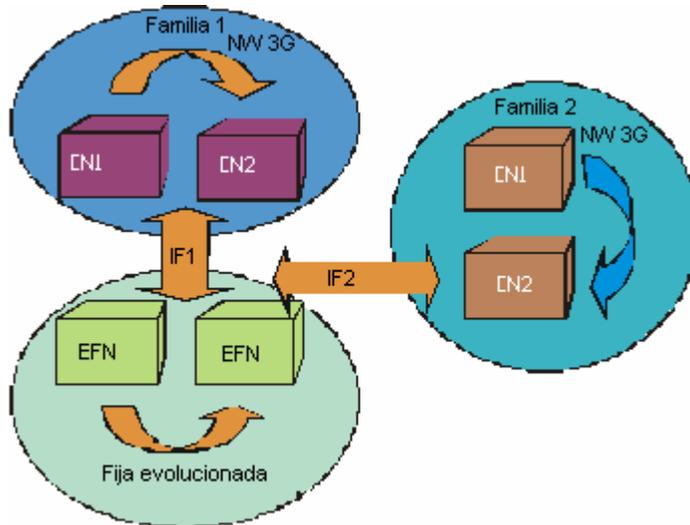


Figura 17 – Trayectoria de migración de FMP

4.5.1. Interfaces del FMP con las redes fijas

El FMP tendrá interfaces con todos los tipos de redes de acceso fijo existentes, permitiendo la integración y entornos convergentes con redes RTPC, la RDSI, las redes por paquetes, la televisión por cable, etc.

El terminal fijo mejorado (FTE) puede efectuar las siguientes funciones

- Funciones de registro.
- Anulación de registro.
- Autenticación y gestión de la ubicación, siendo el FMP la red visitada.

Si la red de acceso fijo es la RTPC, tras insertar el UIM, el FTE establecerá la comunicación con conmutación de circuitos y ejecutará las funciones necesarias mediante una señalización dentro de la banda.

4.5.2. Acuerdos entre operadores para la itinerancia de redes convergentes.

Gracias a la adición del plano fijo de movilidad (FMP) a las redes fijas existentes, un abonado puede desplazarse a cualquier red fija, bien sea en su país o en el exterior, y registrarse como itinerante o “viajero” desde cualquier terminal fijo disponible. Una vez registrado en la red fija visitada puede efectuar y recibir llamadas desde ese terminal fijo, gozando de los mismos servicios y privilegios que contrato en su red local. En este caso, su red fija contratada genera las facturas.

La liquidación de ingresos referida a la utilización de la red por el itinerante se puede realizar si se establecen acuerdos de itinerancia adecuados y mecanismos de distribución de ingresos entre las redes.

4.6. **Arquitectura de movilidad de usuario de una red basada en IMT-2000.**

Uno de los conceptos básicos sobre el cual fue creado el IMT-2000 es permitir el roaming internacional aprovechando la convergencia de distintas redes y tecnologías existentes, ajustándose a diferentes entornos geográficos y densidades de tráfico, permitiendo además la transferencia de servicios básicos y servicios locativos.

Para garantizar que un usuario móvil no se quede sin servicio al abandonar los límites de su área de cobertura, se establece una estructura de capas de cobertura respecto a la tecnología y alcance geográfico de los sistemas convergentes establecidos por el IMT-2000, gracias a este diseño los sistemas de tecnologías de recepción y transmisión compatibles con IMT-2000 proporcionan un vínculo estandarizado entre la red y el usuario, tanto para la tecnología de radio terrestre como satelital, para usuarios fijos y móviles de redes públicas y privadas.

Las capas establecidas son:

- Megacélulas: el área de cobertura cubre radios desde 100 hasta 500 Km. Ofrecen amplia cobertura para zonas con baja capacidad de tráfico a través del uso de satélites no geoestacionarios. Soportan velocidades de estaciones móviles elevadas.
- Macrocelulas: abarca radios desde 1 hasta 35 Km. Son empleadas para ofrecer coberturas en lugares rurales, carreteras y poblaciones cercanas con capacidad de tráfico media.
- Microcélulas: el área de cobertura se extiende desde 50 m hasta 1 Km. Ofrecen servicio a usuarios fijos o que se muevan lentamente con elevada densidad de tráfico. Esta capa es empleada para ofrecer cobertura en ciudades con densidades altas de población.
- Picocélulas: Su cobertura no excede los 50 m. Ofrecen coberturas localizadas en interiores, empleadas comúnmente para prestar servicios en edificios y pequeñas plantas.

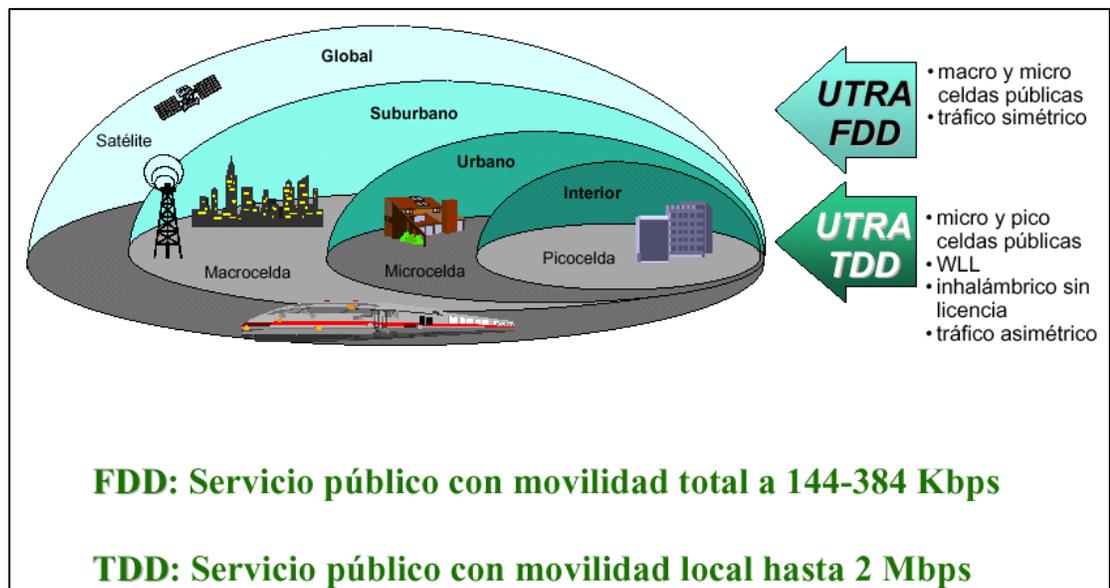


Figura 18 – Arquitectura de capas de cobertura para abonados móviles

De esta forma, si un usuario se sale del área de cobertura de su picocélula asignada, es rápidamente recogido por la microcélula que inmediatamente provea cobertura a la zona geográfica determinada, siguiendo este planteamiento vemos en ultimas que, si el usuario abandona el perímetro suburbano establecido por el área de cobertura de su macrocélula será recogido por la megacélula inmediatamente próxima.

A su vez se posibilita el roaming entre capas comunes, permitiendo pasar de una zona de cobertura local a otra dentro de la misma celda.

El roaming debe ser transparente al usuario terminal, manteniendo los servicios básicos móviles contratados y la misma tarificación convenida.

5. SERVICIOS CONCEBIDOS SOBRE IMT – 2000.

La convergencia de las redes fijas e inalámbricas, telecomunicaciones, radiocomunicaciones, entornos computarizados interactivos y el afianzamiento de plataformas y redes basadas en tecnología IP nos permiten pensar en toda una gama de aplicaciones multimedia interactivas y personalizadas para usuarios móviles.

Los servicios concebidos para los sistemas 3G nacen de los principios básicos sobre los cuales fue concebido el protocolo IMT-2000, llevando la convergencia de entornos y aplicaciones hasta el usuario final, ofreciendo una gama de recursos y soluciones que permiten una verdadera comunicación móvil interactiva.

5.1. Tarificación de servicios 3G.

En vista que se plantea una integración de redes y tecnologías de acceso, es necesario establecer conceptos de tarificación de acuerdo con el tipo de servicio prestado al usuario, de tal forma que el abonado móvil pueda contratar servicios

desde cualquier punto a través de las redes de la familia IMT-2000 y la facturación se realice en su central local a los precios previamente convenidos por el usuario.

De acuerdo al tipo de servicio, la facturación se realizara de la siguiente manera:

- Contenido de conectividad
Este método de tarificación permite un mayor control sobre el tipo de material y formato que el usuario desea obtener o suscribir, por lo que se facturará el contenido de acuerdo a su peso lógico en Mbytes.
- Información de movilidad.
Este tipo de servicios tendrá un costo predeterminado establecido, por lo que se ofrece al usuario un costo fijo de acuerdo al tipo de servicio que solicita, ejemplo: mensajería multimedia, información de entretenimiento, etc.
- Voz mejorada.
La base de tarificación para los servicios de voz sigue siendo el tiempo de llamada al aire y la calidad de servicio contratada, además de recargos por servicios especiales.

5.2. Servicios por área de demanda.

Los servicios 3G se encuentran agrupados de acuerdo a las áreas de mayor demanda por el mercado potencial de la siguiente manera²³:

- Información de entretenimiento personalizada (Infotainment)
Deportes, noticias, entretenimiento, programas de televisión (integración redes CATV y Cable), video en demanda, música, sistemas de navegación, etc. Este tipo de servicios se encuentra enfocado al usuario, por lo que es

²³ UMTS FORUM POSITION PAPER No 1

posible personalizar los contenidos a ofrecer de forma personalizada y guardar la configuración en UIM (User identity module) como un "cookie". Este tipo de servicios son de portal, o dirigidos al usuario.

- Mensajería multimedia

Postales instantáneas, telefonía multimedia, video en vivo, SMS, voz por email, email.

- Acceso móvil Intranet/Extranet

Este tipo de servicios se encuentra enfocado al acceso de redes establecidas, permite establecer VLANS inalámbricas y móviles, ampliando el área de cobertura y movilidad gracias al principio convergente de IMT-2000, convirtiendo un sistema móvil en otro punto de red local.

- Acceso móvil a Internet.

Una consecuencia primordial del ancho de banda, dispuesto por el IMT-2000, es la ampliación del ancho de banda y el aumento de la velocidad de transferencia de redes y servicios, como Internet. Actualmente la tecnología 2.5G ha incorporado en los dispositivos móviles el servicio de Internet, sin embargo las velocidades de transferencia aun resultan insuficientes ante los nuevos requerimientos de los usuarios móviles y las capacidades requeridas por los nuevos servicios multimedia; ante esto, el IMT-2000 y los nuevos sistemas 3G basados en este permiten una mayor velocidad asimétrica de transferencia, aplicaciones y servicios interactivos, y una itinerancia global (always on).

Las redes IMT-2000 y los nuevos anchos de bandas estimados para su implementación permiten utilizar un terminal móvil 3G como plataforma de Internet de banda ancha, aumentando significativamente las velocidades de conexión y transferencia, descongestionando las redes fijas actuales y permitiendo una conexión casi permanente a Internet sin restricciones de movilidad.

- Servicios basados en la localización

Mediante información y aplicaciones basadas en la localización, los abonados de teléfonos móviles pueden acceder a varios servicios nuevos y diferentes que a su vez son de interés personal, tales como tráfico y meteorológicos, y reservas en restaurantes, cines o teatros. Asimismo, también pone a disposición de los usuarios, como característica principal, un servicio de emergencias.

- Voz mejorada

Conversaciones de voz de gran calidad (QoS) a precios accesibles, reducción considerable del costo de llamadas larga distancia nacional e internacional, itinerancia global, mejor filtrado de la voz (jitter, ruidos, etc.)

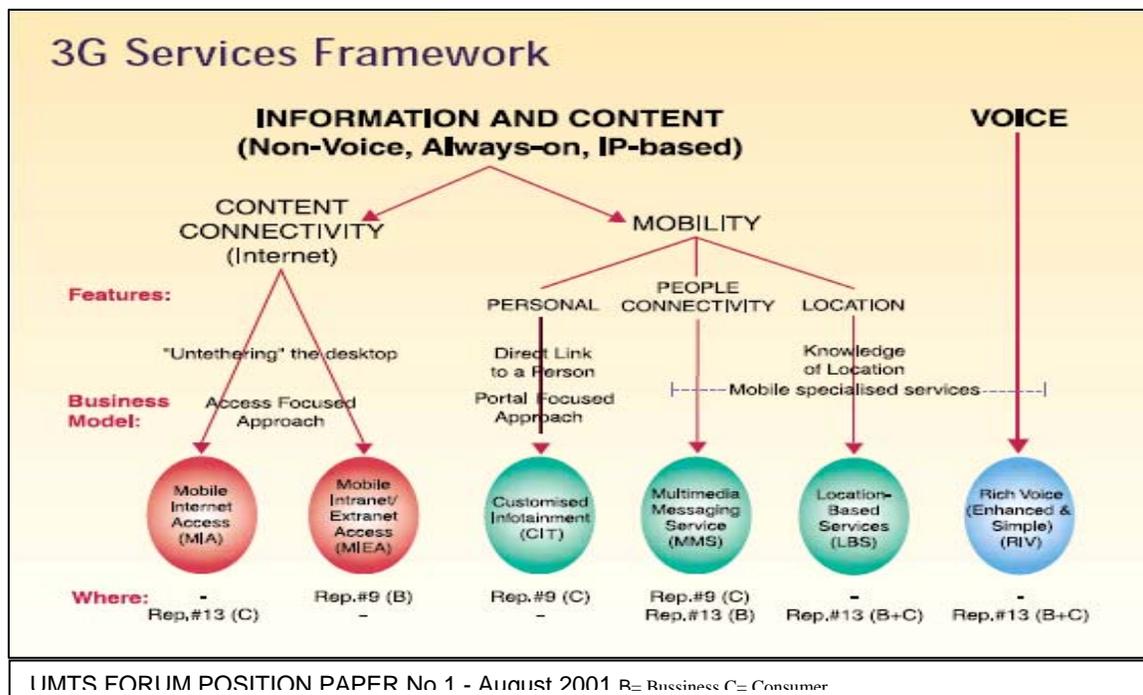


Figura 19 – Servicios de 3G para usuarios móviles

5.3. Requerimientos de los servicios de Tercera generación.

- Ambientes inteligentes

Los ambientes inteligentes contemplados dentro del área de servicio de los sistemas de 3G según IMT-2000 enfatizan en la necesidad de ofrecer al usuario una mayor gama de servicios y utilidades disminuyendo el número y la complejidad de pasos e indicaciones a realizar.

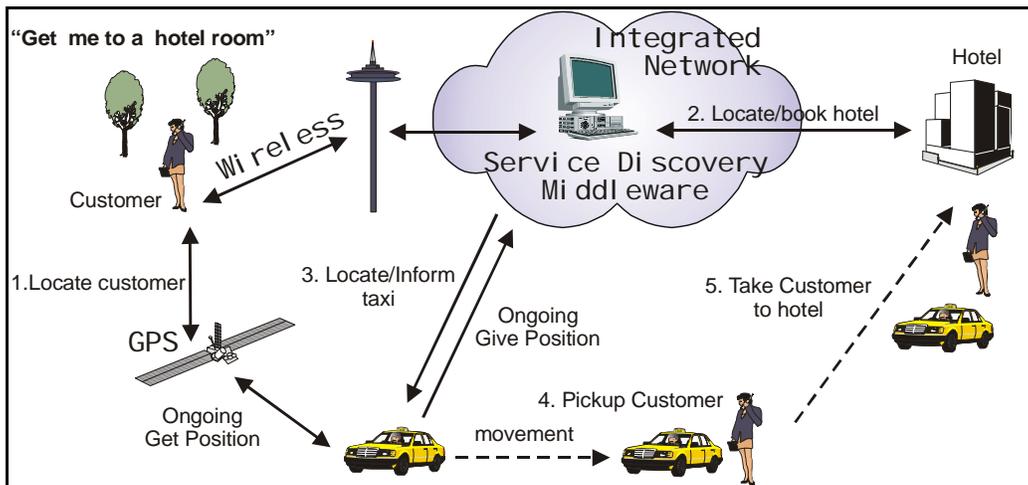


Figura 20 – Ejemplo gráfico de una red convergente compuesta de protocolos, funciones y servicios integrados

Los sistemas de 3G basados en IMT-2000 esperan aprovechar la integración de redes y tecnologías de acceso de red para unificar servicios de usuario en un verdadero entorno inteligente, capaz de procesar y dirigir tareas operativas entre redes.

- Calidad de servicio QoS

Se hará especial énfasis en los servicios basados en IP, dada la importancia que esta cobrando en la actualidad y la capacidad de integración del mismo, por lo que sirve bien a los propósitos del IMT-2000. Se tratará de definir una plataforma lo más genérica posible que pueda permitir albergar el mayor abanico posible de tipos de fuentes de tráfico y

servicios. Se hace necesario establecer los parámetros de transmisión que delimitan la calidad del servicio, parámetros que sean intrínsecos a la percepción del usuario final y sus necesidades de calidad, parámetros medibles de acuerdo al servicio contratado y el tipo de usuario.

- Retardo medio de los paquetes de información: Tiempo transcurrido desde que el bloque de información llega a la capa MAC hasta que es transmitido correctamente por la capa física.
 - Varianza del retardo de paquetes de información: El retardo de cada paquete.
 - Retardo máximo de los paquetes de información: Tiempo de vida máximo de los paquetes para ser descartados.
 - Tasa de error media en los bits de información: Numero relativo de bits erróneos admitidos por cada aplicación y servicios.
 - Velocidad media de transmisión garantizada: Medida en Kbps, indica la velocidad media de transmisión para intervalos largos de tiempo, grande en comparación a la variación de tráfico.
 - Velocidades mínimas y máximas instantáneas garantizadas: Permitidas a las conexiones y servicios, medidas en Kbps.
-
- Seguridad
- Ante la integración de las redes y los nuevos servicios disponibles, es necesario proteger la confidencialidad del Usuario y la integridad de los servicios que contrata. A medida que los sistemas y tecnologías avanzan se hacen necesarias un conjunto de medidas que garanticen la fiabilidad del empleo de tales servicios, sobre todo ante la aparición de nuevas amenazas y riesgos de seguridad, como por ejemplo la aparición de virus en los sistemas celulares descrito en el artículo: "Virus informáticos ya afectan a móviles de tercera generación" por La Vanguardia. (26/11/2004).

- Sofisticación

Los usuarios están cada vez más interesados en aparatos de comunicación más sofisticados e independientes de la red a la que están suscritos, sin embargo esto paradójicamente resulta en complejidad agregada a un sistema en particular, por lo que se debe ofrecer al usuario dispositivos sofisticados y aparentemente sencillos.

- Alta velocidad

En primer lugar, determinaron que todo nuevo sistema debe poder admitir servicios de banda ancha de alta velocidad, como el acceso rápido a Internet o las aplicaciones de tipo multimedia. La demanda de tales servicios está creciendo rápidamente.

- Flexibilidad

El sistema debe ser lo más flexible posible, y admitir nuevos tipos de servicios tales como la numeración personal universal y la telefonía por satélite que ampliarán significativamente el alcance de los sistemas móviles, beneficiando tanto a los consumidores como a los operadores. Uno de los puntos de discusión del UMTS forum es la creación e implementación de un sistema integrado para sustituir el entorno móvil fragmentado actual, por lo que se hace necesario una normalización de la IMT-2000.

- Capacidad

Es necesario que el dimensionamiento de las nuevas redes IMT-2000 permitan anticiparse al rápido crecimiento de usuarios y servicios y satisfagan la demanda futura, tanto de usuarios y plazas, como de nuevos servicios y recursos del sistema.

- Asequibilidad

El sistema debe ser por lo menos tan asequible como los sistemas móviles actuales. "El precio es el principal factor que impide un crecimiento más rápido de los sistemas móviles", dice Gurumurthy, de Booz Allen. Es un hecho que al estandarizar un sistema en una solo protocolo mundial se consigue reducir el valor unitario del producto y del servicio, lo que repercutiría en Asequibilidad de esta nueva tecnología para todos los consumidores, y resulta vital para ampliar la penetración de la telefonía en los países en desarrollo.

"Para que los equipos de tercera generación sean aceptados rápidamente por los consumidores, deben prestar por lo menos un servicio igual o mejor que los sistemas actuales, y deben ser económicos"²⁴.

- Compatibilidad

Todo sistema de nueva generación debe ofrecer una vía evolutiva, eficaz para las redes existentes, por lo que se hace necesario que los nuevos servicios y dispositivos 3G sean compatibles con sus predecesores de 2.5G y 2G, para así de este modo cobijar a los usuarios de tales sistemas y no afectar de manera directa la gran inversión realizada en el decenio de 1990.

- Movilidad

Una de las principales necesidades del usuario móvil es la itinerancia transparente y garantizada al desplazarse a través de distintas áreas geográficas o de cobertura, sin perder los servicios contratados con su operador local. Esta es una de las principales premisas de IMT-2000 y los dispositivos basados en este, por lo que en un futuro los sistemas y dispositivos de la familia IMT-2000 permitirán una movilidad global total.

²⁴ Publicación de Nokia, Mr. Bergqvist

5.4. Ejemplos de algunos servicios 3G orientados a la telefonía y sistemas móviles.

- Presionar para hablar por el celular (PoC).

Este servicio esta basado en tecnología half-duplex, montada en las redes existentes GPRS y EDGE permite la comunicación directa entre 2 abonados móviles, o un abonado móvil con varios a la vez. Este servicio permite incorporar los tradicionales sistemas de radio (Avantel) a las redes celulares actuales con un mejor servicio y calidad, permitiendo la integración de la red radial con la celular. Al implementar este servicio sobre las redes GPRS y EDGE se reducen considerablemente los costos de instalación y montaje, además permite la migración gradual a sistemas como el WCDMA.

- Compartir video en tiempo real

Un servicio de transmisión de video punto a punto en tiempo real que puede ser ofrecido como un servicio de conmutación de paquetes o como un servicio “combinado”, que fusiona las capacidades de la conmutación de circuitos y el dominio de conmutación de paquetes IMS. En un escenario combinado esto permite intercambiar fotos, archivos de video o video en vivo en una conexión simultanea.

- Juegos interactivos

Es un hecho conocido que uno de los principales requerimientos del usuario móvil es el desarrollo de juegos de mayores prestaciones multimedia, de mayor velocidad y soportados en una plataforma que les permita jugar a través de la red celular con otros usuarios. Gracias a la convergencia de redes y tecnologías de acceso a red, y la agenda de itinerancia de IMT-2000 se prevé el desarrollo de juegos 3D disponibles para usuarios móviles con la posibilidad de jugar sesiones en grupo con cualquier usuario del mundo que posea las mismas prestaciones y servicio.

- Servicios de mensajería instantánea

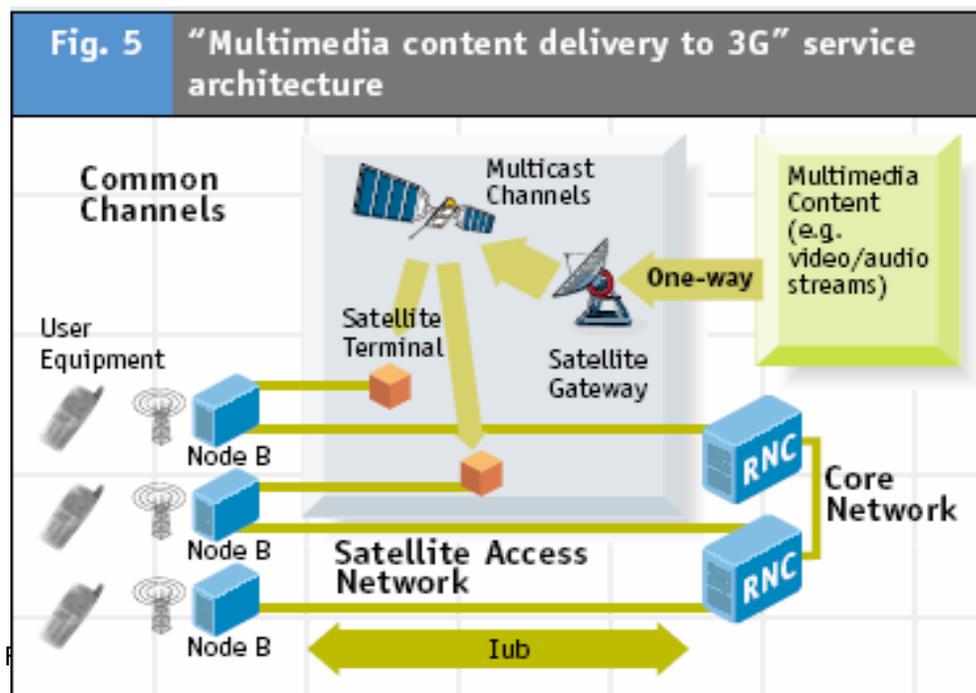
La mensajería instantánea es un servicio de comunicación que permite a los terminales móviles enviar y recibir mensajes de forma instantánea. Este servicio es ampliamente conocido y utilizado en la actualidad, sin embargo se plantea mejorar el servicio al poder incluir contenido multimedia tipo MIME como texto, audio, video en un mismo mensaje. Este es enviado a través de la red de paquetes de datos IMS (IP Multimedia Subsystem), que localiza al terminal IP de destino y enruta el mensaje al recipiente. Gracias al IMS, un mensaje no entregado puede almacenarse en la memoria de la red para ser reenviado después por el sistema, garantizando así la comunicación de usuarios terminales. Gracias a la convergencia de redes planteada por el IMT-2000 sería incluso posible adaptar el sistema de mensajería instantánea a estaciones domóticas inteligentes y de esta forma realizar operaciones básicas remotas, como activar alarmas y dispositivos, etc.

- Voz y videotelefonía habilitada por IMS

Las llamadas de voz y videotelefonía IMS son transportadas a través del núcleo de la red de paquetes (VoIP). El protocolo de inicio de sesión SIP (session initiation protocol) permite identificar a cada usuario móvil y establecer comunicación entre un usuario y otro, así como grupos simultáneos de usuarios a través de la red IP, esto es posible gracias al mejoramiento del QoS propuesto por el IMT-2000 en la red de paquetes de datos convergente con los sistemas inalámbricos actuales, de tal forma se consigue descongestionar el espectro de frecuencias y habilitar la interoperabilidad con dominios que actualmente prestan este servicio, como el H.323 y H.324M.

Es necesario que este servicio permita a su vez comunicarse con usuarios móviles y fijos suscritos a las redes actuales, garantizando así una mayor integración y compatibilidad.

Se toma la red de paquetes de datos IP debido a que esta permite una mayor libertad para administrar el ancho de banda y la calidad de servicio requeridos por este servicio. El terminal móvil en la fase de establecimiento solicita a la red capacidades de ancho de banda y QoS, y esta determina las prestaciones necesarias de forma dinámica para habilitar este servicio.



ARQUITECTURA DE ENTREGA DE SERVICIOS MULTIMEDIA 3G

"Satellite based multicast architecture for multimedia services in 3G mobile networks – C. Nussli"

6. ESTÁNDARES QUE LA SOPORTAN (DE ACUERDO AL PAÍS Y TECNOLOGÍA)

Hasta octubre de 2004 se han expedido 120 licencias 3G en 40 países, 46 redes operan comercialmente en 24 países y mas de 10 redes que operan en una fase pre-comercial, el presidente del Foro de IMT – 2000, Jean-Pierre Bienaimé, durante su participación en Futurecom 2004, sostuvo que la estandarización global es la llave al éxito comercial de 3G, declarando que IMT – 2000 serán el sistema predominante por el mundo porque prácticamente la mayoría absoluta de los

carriers autorizados lo ha escogido. El crecimiento de IMT – 2000 es apoyado por un número creciente de microteléfonos celulares y tarjetas PCMCIA (las tarjetas para las computadoras portátiles), habiendo ya actualmente encima de 75 modelos lanzados o anunciados²⁵.

Actualmente ocho de los diez carriers móviles más grandes en el planeta (China Mobile, Vodafone, T-móvil, Orange, NTT DoCoMo, TIM, Telefónica y Cingular) han escogido implantar el IMT - 2000, y solo uno, Verizon Wireless, ha optado para otra solución, CDMA2000.

Él también enfatizó las situaciones específicas, como el caso de EE.UU. dónde el mercado optó inicialmente para CDMA debido a la limitación de banda, y Corea por razones de naturaleza industrial. Pero la situación ha estado dándose la vuelta. En el EE.UU., con el crecimiento grande de GSM, AT&T Wireless actualizó sus propias redes GSM para IMT – 2000, lanzado en 6 ciudades en el país, seguido por Cingular que ha anunciado su compromiso para actualizar su red a IMT-2000/HSDPA.

En Corea, al principio de este año los dos carriers más grandes (SKT y KTF) empezaron respectivamente sus funcionamientos de IMT-2000/WCDMA pre-comercialmente en el contexto de una política nacional de promover el desarrollo de tecnologías de información (la estrategia de IT839).

Bienaimé va más allá comentado la situación en China, con cerca de 260 millones de usuarios de GSM, representando el 93% de total la producción móvil china, ya está enviando los signos que cuando el tiempo sea correcto, concederá licencias 3G basadas en pilotar tecnologías 3G dónde IMT - 200 representará la parte más grande.

En el corto período desde su lanzamiento por NTT DoCoMo en el 2001 de octubre, por eso en tres años, IMT - 2000 son usados ya por encima de 11

²⁵ Artículos sobre UMTS/3G, GPRS y tecnologías inalámbricas.

millones de consumidores. A finales de este año el número de carriers IMT - 2000 funcionando por el mundo alcanzará 70, representando una curva de crecimiento mucho más rápida que lo visto con GSM cuando se lanzó en los años noventa.

"Aunque la implantación inicial de la mayoría de las grandes redes IMT – 2000 ha ocurrido principalmente en los países industrializados, también se han puesto en funcionamiento las redes de IMT – 2000 en países, como Estonia, la República Checa, Malasia, y Croacia". Basado en estos hechos él cree que Brasil que ya ha asignado el espectro en la frecuencia de IMT – 2000 en América Latina, podría ser el primer país para autorizar 3G/IMT-2000 que podrían pasar inicialmente en el 2005 para el despliegue progresivo en las áreas urbanas²⁶.

El IMT – 2000 les permiten una marcada reducción a los carriers de GSM actuales en el costo de la implantación del sistema comparado con el despliegue de cero, sobre todo rehusando la infraestructura existente, el uso de estaciones de modo dual de la misma plataforma de la red central, y la posibilidad de la implantación gradual de verdaderos servicios 3G.

Hablando de las experiencias concretas con IMT - 2000 por el mundo, el presidente del Foro de IMT - 2000 declaró que ellos incluyen la video-telefonía de tiempo real, dentro de una caja de servicios multimedia, de alta calidad de audio y video, juegos on-line, servicios de televisión móvil, y los servicios de web-cam públicos y privados. Otros ejemplos de servicios planeados (en el término corto) son mensajería de video instantánea, mensajería unificada, intranet móvil, y sonido de alta fidelidad.

Con respecto a temas específicos de Brasil, el vicepresidente del Foro de IMT – 2000 para América Latina, Mario Baumgarten, hizo las consideraciones sobre los problemas expuestos por ANATEL en la probabilidad de introducir 5 licencias en el país, y concediendo el estado de nuevo servicio de 3G.

En las Conferencias WARC-92 y WRC 2000 se identificó las bandas de frecuencias para IMT – 2000, tal como se detalla en la sección 9 de este

²⁶ 3G Mobile Policy: The case of Japan

documento. A continuación se analiza el estado de ocupación de estas bandas en distintos países.

6.1. Europa

En Europa la CEPT ERC decidió en 1997 designar frecuencias para IMT – 2000 según lo establecido por las ITU-R Radio Regulations (RR). También el Concilio y el Parlamento Europeo aprobaron la decisión de coordinar la introducción de un sistema de comunicaciones móvil de tercera generación en ámbito de la comunidad.

La finalidad de esta decisión es la de lograr y coordinar la instalación de redes y servicios compatibles de acuerdo con la demanda comercial.

En los países de la Comunidad Europea en general el espectro para IMT – 2000 está identificado salvo 15 MHz que se utilizan actualmente para DECT (Una norma común para telefonía personal inalámbrica originalmente establecida por ETSI. DECT es un sistema para las comunicaciones comerciales inalámbricas). Las bandas para IMT – 2000 terrestre son 1900 – 1980 MHz, 2010 – 2025 MHz y 2110 – 2170 MHz. Esto brinda 155 MHz en total.

La ubicación para los MSS (Mobile Satellite Services) o componente satelital es la misma que la recomendada por la ITU, o sea 1980-2010 MHz y 2170-2200 MHz, con 60 MHz para los mismos.

En total se identificaron las siguientes bandas para servicio terrestre de IMT – 2000:

Globalmente, cualquier porción del espectro usada para sistemas de comunicaciones de segunda generación pueden ser vistos como una fuente natural para aplicaciones 3G. Por lo tanto el espectro de los sistemas de segunda generación podrían migrar a IMT – 2000 en el largo plazo.

Banda de Frecuencia	Servicio	Operadores
880-915/925-960 MHz	GSM 900	2 x 25
1710-1785/1805-1880 MHz	GSM 1800	2 x 75
1880-1885 MHz	Parte baja de banda DECT	

Tabla 4 – División del espectro de frecuencias 880-1885MHz

En Europa ya han sido otorgadas Licencias para IMT-2000 en la banda de 1900 – 2100 MHz. En cada país se han subastado entre 4 y 6 licencias, el siguiente cuadro muestra las bandas subastadas en Inglaterra, la cantidad de espectro correspondiente y el ganador de la subasta.

Banda	Cantidad de Espectro	Ganador
A	2 x 15 MHz + 5 MHz	TIW (newcomer)
B	2 x 15 MHz	Vodafone
C	2 x 15 MHz + 5 MHz	BT3G
D	2 x 15 MHz + 5 MHz	ONE2ONE
E	2 x 15 MHz + 5 MHz	Orange

Tabla 5 – Licencias para IMT-2000 en la banda de 1900-2100MHz

6.2. Japón

El Ministerio Japonés de Correos y Telecomunicaciones MPT, planea una asignación similar a la de Europa con la salvedad que los servicios PHS se encuentran alocados en la banda de 1895 – 1918.1 MHz.

6.3. Corea

Se han indicado bandas de espectro similares a las indicadas para IMT-2000 por ITU.

6.4. Estados Unidos

Con la identificación de las bandas de 3G en WRC-2000, junto a la actividad desarrollada por el Grupo de trabajo 8 ITU-R WP 8F así como la tarea del 3GPP y 3GPP2, es posible definir aproximadamente las bandas de espectro disponible en

países de América, tendiendo a una armonización de las frecuencias usadas, permitiendo un roaming global y economía de escala.

La FCC está considerando entre las siguientes opciones:

Opción 1

La primera opción es posicionar las bandas 1710 – 1755 MHz junto a 2110-2150/2160-2165 MHz. Una variable de esta opción puede ser liberar espectro en 1710 – 1790 MHz junto con espectro por sobre 2110 MHz.

Esta opción sería consistente con la propuesta hecha al ITU-R Working Party 8F por Brasil, Chile, Guatemala, México y Venezuela. Dicha propuesta indica para la Región 2 que los países usen para 3G en parte la banda 1710-1850 MHz (hasta 60 MHz) para comunicaciones de móvil a base, junto a espectro en la banda 2110-2170 MHz para comunicaciones base a móvil.

Esta posibilidad permitiría comunicaciones compatibles de base a móvil en la banda de 2170 MHz entre países de la Región 2 y los que no lo son, soportando roaming mundial. Se podrían utilizar 90 MHz para servicios de comunicaciones móviles y fijos, pero no habría compatibilidad con países fuera de la Región 2 en las bandas de frecuencia inferiores si estos países eligen frecuencias diferentes de 1710 – 1755 MHz para 3G en comunicaciones móvil a base.

Opción 2

Una segunda opción para sistemas móviles y fijos es ubicarlos en la banda de 1710 – 1755 MHz junto a la banda de 1755 – 1850 MHz, actualmente en uso por el Gobierno Federal. Si estas bandas se liberan, se podrían usar juntamente con 1710-1755 MHz con una distribución simétrica o asimétrica. Reportes Interinos de la NTIA se sugieren varios planes de segmentación que podrían liberar 45 MHz o más de espectro para estos sistemas de comunicación.

Esta opción tiene una ventaja importante ya que permite el uso entre Regiones de la banda 1710-1755 MHz y 1805-1850 MHz, ya que son usadas en muchos países de Europa para redes de segunda generación GSM.

Esta opción es ampliamente apoyada por la industria.

Una desventaja de esta opción es que no está claro si los países de Europa harán una transición de estos servicios de 2G a 3G.

Por otro lado aún si se libera espectro en 1755-1850 MHz, sistemas de satélites federales continuarán operando en esta banda por un número de años, limitando el uso de esta banda. Además esta banda se utiliza para servicios gubernamentales críticos.

Opción 3

La tercera posibilidad es posicionar las bandas de 2110-2150/2160-2165 MHz apareada a las bandas 2500-2690 MHz. En forma alternativa, la banda de 1710 – - 1755 MHz podría utilizarse junto con la de 2500 - 2690 MHz. Una ventaja de esta opción es que las bandas de 2110-2150/2160-2165 MHz y la de 2500-2690 MHz están libres en varios países aunque no se conoce si la usarán para 3G. Una desventaja de esta opción es que podría ser necesario reposicionar sistemas MMDS que funcionan en la banda de 2500 – 2690 MHz, como lo indican reportes de la FCC.

No es una opción soportada por la industria.

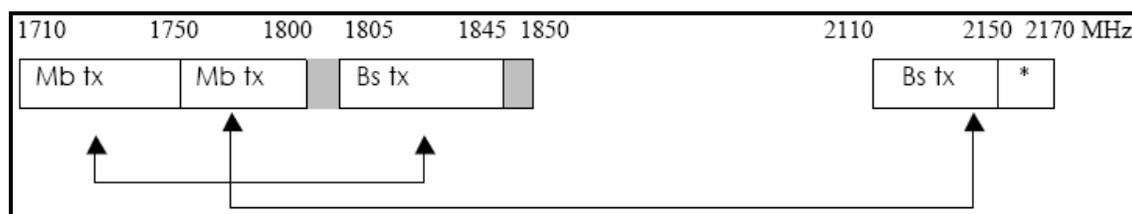
6.5. CITEL

La Comisión Interamericana de Telecomunicaciones CITEL ha elaborado un documento de trabajo luego de su reunión realizada en Marzo de 2001 en Panamá. El propósito de este documento es identificar opciones de asignación de espectro para sistemas móviles 3G y pretende transformarse en la base de las recomendaciones de CITEL que será redactada en el futuro.

Las propuestas presentadas de la reunión Citel Panamá se resumen a continuación en distintos escenarios:

6.5.1. Canadá

Esta propuesta, a diferencia de la de Brasil detallada a continuación, ya que considera bandas de guardia de 5 MHz entre 1800-1805 MHz y 1845-1850 MHz.



*En Canadá la banda 2150 – 2160 MHz es utilizada para los servicios MCS y MDS.

Figura 22 – Distribución del espectro y bandas de guardia propuesto para Canada

Las ventajas de esta disposición de bandas son:

- Maximiza el uso de la banda de 1.7 GHz.
- Logra 180 MHz de espectro, cumpliendo con los requerimientos de ITU de 160 MHz
- Quedan así 2x45 MHz en la banda de 1710 – 1850 MHz
- La banda de 1710-1750/1805-1845 MHz está alineada con la evolución tecnológica desde 2G a 3G en algunos países
- 1750-1800/2110-2160 MHz utiliza la misma banda de transmisión para las radio bases que en otras regiones.
- Logra economía de escala y armonización mundial de bandas

6.5.2. Brasil, México y Venezuela

Esta opción presentada por Brasil es una alternativa viable para países con posibilidad de utilizar la banda identificada por WARC-92, y la de 1.8 GHz identificada por WRC 2000. Es similar a la descrita por Canadá en la opción anterior pero no considera bandas de guardia.

Esta opción provee 120 MHz de espectro a corto plazo y 90 MHz para la evolución de redes de segunda generación hacia IMT-2000.

La banda 1710-1755 MHz (45 MHz) está apareada con 1805-1850 MHz (45 MHz), y la banda 2110-2170 MHz (60 MHz) combinada con 1950-1980 MHz y 1755-1785 MHz (30 + 30 MHz).

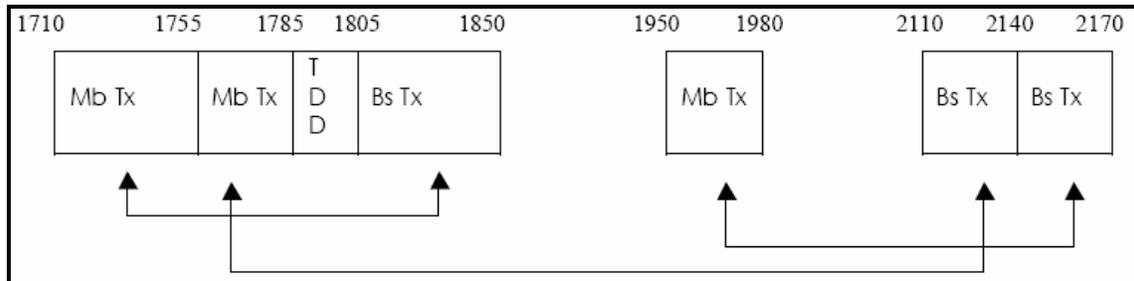


Figura 23 – Distribución del espectro de frecuencias en Brasil, México y Venezuela

Las ventajas de esta utilización del espectro son las siguientes:

- Provee hasta 210 MHz de espectro para IMT – 2000.
- Permite la evolución de sistemas pre-IMT – 2000 a IMT – 2000 al utilizar la paridad entre las bandas 1710-1755/1805-1850 MHz.
- Utiliza una banda de transmisión ya adoptada por otros países, con la paridad de 1755-1785/2110-2140 MHz.
- Usa una banda común de transmisiones de móviles y bases ya adoptada por otras regiones con la paridad entre 1950-1980/2140-2170 MHz.
- Facilita la implementación en etapas.
- No toma en consideración bandas de guardia.

Las bandas asignadas para 2G en Brasil son: 1700 – 1755 MHz

1775 – 1785 MHz 1805 - 1850 MHz 1870 – 1880 MHz

Esta disposición de bandas ofrece una opción para los países que han elegido implementar redes 2G en las bandas originales de IMT-2000. Esta opción en su primera fase no cumple con los requerimientos de 160 MHz por lo que la aparición de nuevas tecnologías de separación dúplex variable es de gran importancia.

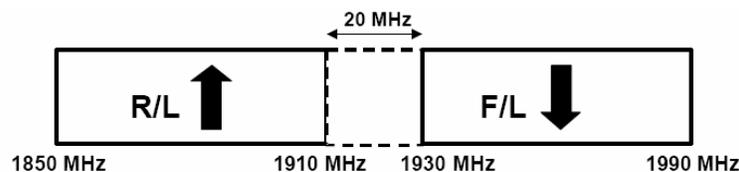
Las ventajas de esta disposición de bandas son:

- El uso de la banda 2110 - 2170 MHz como downlink en todo el mundo promueve el roaming mundial y facilita la producción de terminales a bajo costo.
- Cubriría las necesidades de espectro de operadores nuevos y existentes así como la coexistencia entre sistemas 3G y sistemas en funcionamiento en la actualidad.
- Se podrían también definir ciertos bloques TDD en la banda de 1710 – 1850 MHz.

Las desventajas de esta disposición de bandas son:

- La capacidad asimétrica al comienzo es limitada.
- No cubre los 160 MHz adicionales identificados en WRC-2000.
- Esta disposición del ejemplo para Región 2 no está completamente alineada con las Regiones 1 y 3.
- Uso de bandas de PCS para 3G.

Existen países en Región 2 que han asignado bandas de IMT – 2000 en bandas que actualmente se utilizan para servicios 2G. Como paso inicial de la implementación de IMT – 2000, se propone el uso de las bandas 1850-1910 MHz/1930-1990 MHz y evolucionar los sistemas 2G hacia IMT-2000.

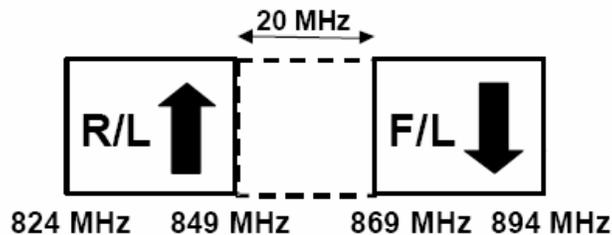


Una desventaja de esta propuesta es que no todos los países del mundo utilizan estas bandas de frecuencia para servicios 2G. Terminales multibanda pueden resultar en poca economía de escala y mayores costos.

Una ventaja de usar frecuencias de 1850-1910 MHz / 1930-1990 MHz para IMT – 2000 es permitir a estos operadores migrar sus sistemas actuales a IMT – 2000 en las bandas actuales, manteniendo los links forward y reverse. Tampoco está atado al desarrollo de nuevas tecnologías.

Uso de las bandas de telefonía celular (824-849 MHz / 869-894 MHz) para sistemas 3G

Algunos países pueden usar sus bandas de servicio celular para introducir IMT – 2000, evolucionando sus redes de primera y segunda generación hacia 3G.



Algunas ventajas de usar estas bandas es que los operadores que lo implementen podrán migrar sus sistemas a IMT – 2000 manteniendo parte de su infraestructura actual.

Como desventaja cabe mencionar que estas bandas no son utilizadas en todos los países para los servicios celulares, lo que podría genera poca economía de escala en costos de equipamiento y terminales.

6.6. Argentina

- Evolución a partir de 2G en las bandas de 850 y 1900 MHz
- Esta opción podría ser aplicable a los operadores de telefonía celular y PCS existentes en la actualidad.
- No permite la entrada de nuevos operadores ya que el espectro está totalmente asignado.
- Interfases TDMA y CDMA para IMT-2000 retrocompatibles con IS – 136 e IS – 95A/B, reconocidos por UIT–R (Recomendación 1457)
- Para poder hacer roaming se debe disponer de terminales multibanda que son más caros.

- No es posible una globalización ya que estas bandas de celular y PCS no son idénticas en otros países y regiones.
- Uso de la banda 1710 – 1850 MHz banda relativamente despejable, actualmente asignada a los servicios MXD/MXA (TPTV)

Es una de las opciones que analiza Estados Unidos. Esta opción es ampliamente apoyada por la industria. Una desventaja de esta opción es que no está claro si los países de Europa harán una transición de estos servicios de 2G a 3G.

Bandas WARC-92 IMT-2000, 1885 – 1980 MHz 2010 – 2025 MHz

- Permite introducir nuevos operadores
- Banda de Uplink ocupada por PCS
- Implicaría una transferencia de Licencias de PCS a otras bandas con un costo de migración.
- Favorece la economía de escala de terminales.
- Downlink 2110 – 2170 MHz, uplink 1710 – 1770 MHz
- No afecta bandas actuales PCS.
- Permite roaming IMT – 2000 usando terminales con uplink en dos bandas
- No asegura economía de escala
- Es una de las opciones que analiza Estados Unidos
- Downlink 2110 – 2170 MHz, uplink dentro de la banda 1710-1850 (separación dúplex variable).
- No afecta las bandas actuales PCS.
- Permite roaming con IMT – 2000 No asegura economía de escala.
- Tecnología dúplex variable no disponible inmediatamente

Banda 2500 (2520) – 2690 (2670) MHz.

- Bandas ocupadas con radioenlaces en Área II celular y estaciones MMDS el interior del país.

- Bandas ocupadas en USA y Canadá por servicios MMDS
Tecnología no disponible en la actualidad.

7. PROTOTIPOS EXISTENTES Y EMPRESAS DE TELEFONÍA INVOLUCRADAS.

En esta sección puede conocer y visualizar los distintos dispositivos que los fabricantes están desarrollando para la tercera generación de telefonía móvil. Hasta la fecha, muchos de ellos no eran más que maquetas o prototipos, pero sin duda nos dieron una idea de lo que hoy es ya una realidad:

- Dispositivos IMT – 2000 Ericsson



CommuniCam



CommuniCam



CommuniCam

Future/Concept
ProductsFuture/Concept
ProductsFuture/Concept
Products

Anoto Technology



Anoto Technology

Ericsson
Communicator
Platform

Bluetooth Infowear



Future tool



Future tool



Future tool



Smartphone



Smartphone



Smartphone



Smartphone



Mobile companion



Mobile companion



Mobile companion

- Dispositivos IMT – 2000 LG



- Dispositivos IMT – 2000 Motorola



- Dispositivos IMT – 2000 Nokia



- Dispositivos IMT – 2000 Panasonic



- Dispositivos IMT – 2000 Samsung



Z105

- Dispositivos IMT – 2000 Siemens



sx45



axess



axess2



Siemens U15



Siemens U10

- Dispositivos IMT – 2000 Sony Ericsson



Z1010



V800



Sony Ericsson Z1010

- Dispositivos IMT – 2000 Trium



Projector and Computer

- Dispositivos IMT – 2000 Fujitsu



- Dispositivos IMT – 2000 Lucent and Novatel Wireless



Merlin U530

- Dispositivos IMT – 200 Mitsubishi



CONCLUSIONES

Las telecomunicaciones móviles sufrirán sin duda alguna una transformación y evolución en el transcurso de esta década, consolidando un entorno global convergente enfocado a las necesidades del usuario, un desarrollo impulsado por la convergencia de las tecnologías de computación, comunicación y difusión, resultando en redes y sistemas de tercera generación de comunicación móvil, de alta capacidad y velocidad, mayores prestaciones y servicios multimedia, y de movilidad e itinerancia global.

Actualmente el IMT-2000 se encuentra a la vanguardia del desarrollo de estos sistemas móviles itinerantes convergentes, a través de los diversos grupos de estudio se han desarrollado diversas recomendaciones globales con el objetivo de unificar criterios y tecnologías de acceso de red, además de establecer los parámetros de convergencia y movilidad para los usuarios móviles globales.

BIBLIOGRAFIA

Enlaces a documentos electrónicos

- http://www.umtsforum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/3G_Network_index
- http://www.umtsforum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/3G_Terminal_index
- http://www.umtsforum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/3G_Licensing_index
- http://www.umtsforum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/Resources_Reports_index
- <http://www.auladatos.movistar.com/Aula-de-Datos/Tutoriales-y-Documentacion/Introduccion-a-las-comunicaciones-moviles//6--Telefonia-Movil-Digital--la-red-GSM>
- <http://www.auladatos.movistar.com/Aula-de-Datos/Tutoriales-y-Documentacion/Introduccion-a-las-comunicaciones-moviles//7--Sistemas-de-tercera-generacion>.
- <http://www.itu.int/ITU-T/imt-2000/>
- <http://www.umtsforum.net/default.asp>
- <http://www.itu.int/newsarchive/press/PP98/PressRel-Features/Feature4-es.html>
- <http://www.umtsforum.net/tecnologia.asp>

Referencia de documentos

- Canelón Hernández, Ely - Evolución Del W-CDMA A Partir Del Estándar IMT2000.
- Descripción del Sistema Universal de Universal de Telecomunicaciones Móviles Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y WCDMA.

- Soto Vargas, Yasmín - IMT -2000, hacia un servicio global de comunicaciones personales de tercera generación.
- Lucent - Flexent® Radio Network Controller (RNC) for Service Providers.htm
- Vera, Arturo - Sistemas celulares de tercera generación.
- Sáez Ruiz, Juan Carlos - Una Arquitectura Hardware Flexible para Estimación de Relación Señal a Interferencia en Sistemas WCDMA.
- Principios y requisitos para la convergencia de los sistemas fijos y los sistemas IMT-2000 existentes, Recomendación UIT-T Q.1761, sector de normalización de las telecomunicaciones de la UIT.
- Inmarsat Response to RA Consultation Document "Consideration of Possible Frequency Plan for the 3G Expansion Spectrum, 2500 to 2690 MHz"
- 3rd Generation Mobile Wireless, "A Presentation on the Opportunities and Challenges of delivering Advanced Mobile Communications Services", August 7, 2001
- Fundación AUNA a partir de GSM World, Enero 2004 - Las alternativas en el futuro de la telefonía móvil.
- UMTS FORUM position paper No 1, 3G - how to exploit a trillion dollar revenue opportunity, August 2001
- Hernando José M y Iluch Cayetano - Comunicaciones Móviles de Tercera Generación. UMTS, Telefónica Móviles España, 2ª edición, 2001.

GLOSARIO

- 3G.IP, Proyecto de Internet de tercera generación.
Proyecto de Internet de tercera generación que entró a formar parte del proyecto 3GPP en su edición del año 2000.

- 3GPP, Proyecto de colaboración en tercera generación
Las organizaciones que participan en el proyecto 3GPP han acordado cooperar en el diseño de especificaciones técnicas para un sistema móvil de tercera generación basado en las redes principales GSM y en las tecnologías de acceso de radio más evolucionadas.

- 3GPP2, Proyecto 2 de colaboración en tercera generación.
Proyecto dirigido por el Comité Internacional del consejo de dirección del Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) para establecer un Proyecto de colaboración en 3G (3GPP) para ANSI/TIA/EIA-41 desarrollado, red de comunicaciones entre sistemas de comunicación de radio celulares ("Cellular Radio Communication Intersystem Operations") y RTT relacionado.

- AMPS (Advanced Mobile Phone Service) Servicio de telefonía móvil avanzado.
Sistema de comunicaciones celulares analógico desarrollado y utilizado en EE.UU. que funciona en la banda de 800 MHz. El sistema AMPS tiene cobertura a nivel nacional y lo utiliza el 80% de los abonados de telefonía móvil de EE.UU. Se ha introducido en el Reino Unido y Japón en una variante ligeramente modificada como sistema TACS.

- ANSI (American National Standards Institute) Instituto nacional americano de normalización.

Organización sin ánimo de lucro de EE.UU. que se dedica principalmente a la normalización en el sector industrial. Es también miembro de ISO (Organización internacional de normalización). Ayuda en la revisión de propuestas presentadas por diversos organismos de normalización de EE.UU. y, consecuentemente, les asigna un código de categoría y un número después de su aprobación.

- ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) Asociación de industrias y empresas de radio.

Un organismo constituido y designado por el Ministerio de Correos y Comunicaciones del gobierno japonés que se dedica a asegurar la utilización eficaz de las transmisiones de radio en el sector de la comunicación y la difusión por radio.

- Armonización 3G

Armonización de UTRA y CDMA2000 (sistema de tercera generación en EE.UU.). Hoy en día existen tres tecnologías que se agrupan bajo los sistemas de la tercera generación: DS-CDMA (UTRA FDD), MC-CDMA y UTRA TDD. La velocidad de chip actual de UTRA tanto para FDD como para TDD es 3,84 Mchips. MC-CDMA adopta los 3,68 Mchips anteriores tal cual. Por ello, se facilitará la transición desde la tecnología 2G existente a la tecnología 3G a escala mundial. A pesar de que no será un sistema uniforme, la convergencia de la tecnología 3G en tres sistemas con una máxima compatibilidad, permitirá alcanzar el objetivo principal de la tecnología 3G de dar servicio a los usuarios sobre una red mundial perfecta.

- BTS (Base Transceiver Station) Estación transceptora base.

Si bien las especificaciones son diferentes para cada sistema, BTS efectúa la comunicación de radio con las estaciones móviles (MS) a través de sus sistemas de acceso de radio respectivos y transmite/recibe señales

hacia/desde los controladores de red de radio (RNC) situados a lo largo de las rutas de transmisión a los que se conecta.

- EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Velocidades de datos mejoradas para la evolución de GSM.
- EDGE es una evolución de los sistemas GSM y US-TDMA. Este sistema de modulación mejorada aumentará en gran medida la capacidad de la red y las velocidades de datos, permitiendo servicios multimedia móvil de valor añadido. Proporciona velocidades de datos de hasta 473 kbit/s.

- EPOC
Sistema operativo que convierte los auriculares de voz en mediáfonos y dispositivos de información inalámbricos. EPOC lo está desarrollando Symbian y constituye una plataforma abierta optimizada para su uso en teléfonos móviles.

- ETSI (European Telecommunication Standards Institute) Instituto Europeo de Normalización de Telecomunicaciones.
Organismo europeo que se corresponde con el japonés ARIB japonesa bajo las actividades conjuntas entre Japón y Europa relacionadas con WCDMA-DS. Juega un papel principal en la normalización de la tecnología 3G.

- FDD (Frequency Division Duplex) Dúplex por división en frecuencia.
Tecnología de radio que utiliza un espectro pareado. Se utiliza en sistemas de comunicaciones digitales como GSM.

- GGSN Nodo de soporte GPRS de puerta de enlace
Puerta de enlace desde una red celular a una red IP.

- GPRS (General Packet Radio Service) Servicio general de radio por paquetes.

GPRS proporcionará datos por conmutación de paquetes principalmente para las redes GSM basadas en tecnología 2G. Los elementos de la red GPRS constan de dos componentes principales: SGSN (Nodo de soporte GPRS de servicio) y GGSN (Nodo de soporte GPRS de puerta de enlace).

- GSM1800, Sistema global para comunicaciones móviles, 1800 MHz.
Sistema celular GSM que funciona en la banda de frecuencia de 1800 MHz (también conocido como PCN, PCN 1800 o DCS 1800). Principalmente se usa en zonas urbanas de Europa.
- GSM1900, Sistema global para comunicaciones móviles, 1900 MHz.
Sistema celular GSM que funciona en la banda de frecuencia de 1900 MHz (también conocido como PCS 1900 y DCS 1900). Se usa principalmente en zonas urbanas de EE.UU.
- GSM900 Sistema global para comunicaciones móviles, 900 MHz.
Red celular digital que funciona en la banda de frecuencia de 900 MHz. Este sistema es el que más se utiliza en todo el mundo y se ha adoptado en más de 100 países de Europa, Asia, etc. En muchos de esos países, GSM proporciona un servicio móvil internacional.
- HLR (Home Location Register) Registro de localización base.
Sistema de base de datos que administra información de abonados. Permite procesar gradualmente los datos de identificación, tarifa aplicada, etc. durante los traslados en el caso de una gran variedad de dispositivos y redes de comunicaciones.
- HSCSD (Hi Speed Circuit Switched Data) Datos por conmutación de circuitos de alta velocidad.

Actualización de las redes GSM que permite velocidades de datos de hasta 57,6 kbps. HSCSD se introdujo en 1999 para actualizar la velocidad anterior de datos de GSM cuyo valor máximo era de 14,4 kbps.

- i-MODE

Servicio inalámbrico lanzado en Japón en la primavera de 1999 por NTT DoCoMo. Al servicio se accede mediante una red de paquetes inalámbrica (PDC-P) y el contenido se define en un subconjunto del lenguaje HTML.

- IPv6 (Internet Protocol versión 6) Protocolo de Internet versión 6.

Última versión de IP. Mediante un campo de dirección más largo se evita que el número de direcciones se agote, lo que permite una mayor expansión de Internet. Además, el protocolo lleva incorporadas la seguridad y la movilidad.

- ITU (International Telecommunications Union) Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Organismo perteneciente a las Naciones Unidas dedicado a la normalización de las telecomunicaciones internacionales. Incluye dos divisiones de normalización, que son ITU-T (normalización de módems, RDSI, interfaces de red para operadores de sistemas de comunicaciones, etc.) e ITU-R (normalización relacionada con los servicios de comunicaciones por radio).

- Iu: Interfaz normalizada entre una Red de controladores de red de radio y un subsistema de paquetes (por ejemplo, RNC-3GSGSN).

- Iub: Interfaz entre una Estación base y un Controlador de red de radio.

- Iur: Interfaz RNC-RNC abierta.

- MMS (Multimedia Messaging Service) Servicio de mensajería multimedia.
MMS es un nuevo estándar definido para su uso en terminales inalámbricos avanzados. El concepto de servicio procede del Servicio de mensajes breves y permite la transmisión en tiempo no real de diversos tipos de contenido multimedia como imágenes, audio, videoclips, etc.

- MSC (Mobile Switching Center) Centro de conmutación móvil.
Equipado con una función de conmutación para comunicaciones móviles.

- NMT (Nordic Mobile Telephone) Telefonía móvil nórdica.
Sistema celular analógico desarrollado inicialmente para su uso en Finlandia, Suecia, Dinamarca, Noruega e Islandia. NMT funciona en las bandas de 450 MHz y 900 MHz.

- PCS (Personal Communication Service) Servicio de comunicación personal.
Red de telefonía móvil digital que opera en la banda de frecuencia de 1900 MHz. GSM 1900 es una de las tecnologías que se utilizan en la construcción de redes PCS (también conocidas como PCS 1900 o DCS 1900). Dichas redes utilizan diversas tecnologías, entre las que se encuentran GSM, TDMA y cdmaOne.

- PDC (Personal Digital Communications) Comunicaciones digitales personales.
Estándar celular digital que actualmente se utiliza en Japón. Para evitar el problema anterior de incompatibilidad entre los primeros teléfonos móviles analógicos en Japón, que eran de diferentes tipos (es decir, los de tipo NTT y los de tipo TACS desarrollados en EE.UU.).

- PHS (Personal Handyphone System) Sistema de Teléfono de Mano Personal.

Evolución digitalizada del primer concepto de teléfono inalámbrico analógico que permite también su uso en exteriores. PHS incorpora un estándar particular japonés que combina las ventajas de los sistemas DECT y CT2 europeos. El sistema opera en la banda de 1,9 GHz.

- RNC (Radio Network Controller) Controlador de red de radio.
Controlador de red de radio bajo el sistema UMTS.
- SGSN (Serving GPRS Support Node) Nodo de soporte GPRS de servicio.
Puerta de enlace entre RNC y la red principal.
- SMS (Short Message Service) Servicio de mensajes breves.
Servicio de comunicaciones de mensajes de texto especificado por ETSI. Un sólo "mensaje breve" puede contener texto hasta un máximo de 160 caracteres y puede transmitirse inmediatamente con tal de que el terminal receptor esté encendido y dentro de la cobertura de transmisión de la red móvil.
- Symbian
Symbian es una empresa creada conjuntamente por Psion, Nokia, Ericsson y Motorola en junio de 1998 con el objetivo principal de desarrollar y normalizar sistemas operativos para teléfonos móviles.
- TACS (Total Access Communications System) Sistema de comunicaciones de acceso total.
Sistema de comunicaciones celulares analógicas derivado de AMPS. Se ha adoptado en el Reino Unido (ETACS) y opera en la banda de 900 MHz. Fue igualmente adoptado en Japón inicialmente como JTACS y existe actualmente como NTACS con ancho de banda inferior.
- TDD (Time Division Duplex) Dúplex por división en el tiempo.

Tecnología de radio que utiliza un espectro no pareado. IMT – 2000 incluye también una banda para tráfico en modo TDD. Los sistemas PHS y DECT incorporan TDD.

- TDMA (Time Division Multiple Access) Acceso múltiple por división en el tiempo.

Se utiliza en los teléfonos móviles actuales (PDC). Tecnología de transmisión digital que divide las señales de voz en secuencias de longitud definida, coloca cada secuencia en un conducto de información a intervalos específicos y reconstruye las secuencias al final del conducto.

- USIM (Universal Subscriber Identity Module) Módulo de identidad de abonado universal (SIM universal)

Mejora de la tarjeta SIM (que generalmente se usa en la tecnología GSM) para permitir su uso con IMT-2000.

- UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) Acceso radio terrestre UMTS.

De aplicación frecuente con idéntico significado que WCDMA-DS.

- UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) Red de acceso de radio terrestre UMTS.

Término conceptual que identifica aquella parte de la red que consta de controladores de red de radio y estaciones base de nodos.

- WCDMA-DS (Wideband Code Division Multiple Access) Acceso múltiple por división de código de banda ancha.

Interfaz de radio para IMT–2000 que se caracteriza por el uso de una banda más amplia que CDMA. Posee las ventajas adicionales de transferencia a alta velocidad, capacidad del sistema y calidad de comunicaciones mejoradas mediante multiplexación estadística, etc.