



**UIT-D** COMISIÓN DE ESTUDIO 2 4.º PERIODO DE ESTUDIOS (2006-2010)

## CUESTIÓN 18-1/2:

*Aspectos relativos a la implementación de las redes IMT 2000 y al intercambio de información sobre los sistemas posteriores para los países en desarrollo*



## LAS COMISIONES DE ESTUDIO DEL UIT-D

De acuerdo con lo dispuesto en la Resolución 2 (Doha, 2006), la CMDT-06 mantuvo dos Comisiones de Estudio y determinó las Cuestiones que éstas habrían de tratar. Los procedimientos de trabajo que han de aplicar dichas Comisiones de Estudio se definen en la Resolución 1 (Doha, 2006) adoptada por la CMDT-06. Para el periodo 2006-2010, se encomendó a la Comisión de Estudio 1 el estudio de nueve Cuestiones en el ámbito de las estrategias y políticas para el desarrollo de las telecomunicaciones. A la Comisión de Estudio 2 se le encomendó el estudio de diez Cuestiones en el ámbito del desarrollo y la gestión de los servicios y redes de telecomunicaciones, y aplicaciones de las TIC.

### **Para toda información**

*Sírvase ponerse en contacto con:*

Sr. Riccardo PASSERINI  
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)  
UIT  
Place des Nations  
CH-1211 GINEBRA 20  
Suiza  
Teléfono: +41 22 730 5720  
Fax: +41 22 730 5484  
E-mail: riccardo.passerini@itu.int

### **Para solicitar las publicaciones de la UIT**

*No se admiten pedidos por teléfono. En cambio, pueden enviarse por telefax o e-mail.*

UIT  
Servicio de Ventas  
Place des Nations  
CH-1211 GINEBRA 20  
Suiza  
**Fax:** +41 22 730 5194  
**E-mail:** sales@itu.int

**Librería electrónica de la UIT: [www.itu.int/publications](http://www.itu.int/publications)**

UIT-D COMISIÓN DE ESTUDIO 2 4.º PERIODO DE ESTUDIOS (2006-2010)

## **CUESTIÓN 18-1/2:**

*Aspectos relativos a la implementación de las redes IMT-2000 y al intercambio de información sobre los sistemas posteriores para los países en desarrollo*



#### **DECLINACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**En la elaboración del presente informe han participado muchos voluntarios, provenientes de diversas administraciones y empresas. Cualquier mención de empresas o productos concretos no implica en ningún caso un apoyo o recomendación por parte de la UIT.**

## RESUMEN

Este documento contiene un proyecto de suplemento al Suplemento a las Directrices sobre la transición paulatina (GST, *Guidelines on the smooth transition*) de las redes móviles actuales a las IMT-2000 en los países en desarrollo.



## ÍNDICE

*Página*

1	Introducción .....	1
	1.1 Sobre la Recomendación UIT-R M.1457 .....	1
	1.2 Los sistemas IMT-2000 e IMT-Avanzadas .....	2
	1.3 Factores que impulsan a las IMT-2000.....	2
2	Actualización del texto «De las actuales redes móviles a las IMT-2000» .....	3
3	Actualización de las tecnologías terrenales de las IMT-2000 .....	4
	3.1 Redes de acceso radioeléctrico y normas de las IMT-2000.....	4
	3.2 Normas de las radiocomunicaciones terrenales de las IMT-2000.....	4
	3.3 Redes básicas IMT-2000.....	5
4	Información sobre las tecnologías por satélite de las IMT-2000 .....	7
	4.1 Consideraciones sobre los satélites.....	7
5	Actualización de las organizaciones de normalización competentes en las IMT-2000 .....	7
6	Oferta de servicios de las IMT-2000.....	7
7	Necesidades de espectro.....	8
	7.1 Actualización de las disposiciones de frecuencias.....	8
	7.2 Consideraciones para los países en desarrollo .....	9
	7.3 Principios aplicables a la utilización de espectro para las IMT .....	9
	7.4 Utilización de espectro móvil de la primera y segunda generación para las IMT-2000.....	9
8	Actualización de la interoperabilidad con las redes actuales y entre las tecnologías de las IMT-2000.....	10
9	Actualización de los trayectos de transición .....	11
	9.1 Introducción.....	11
	9.2 Consideraciones sobre la transición.....	13
	9.3 Transición de los sistemas analógicos (1G) (AMPS, NMT y TACS) .....	21
	9.4 Transición de los sistemas TDMA/D-AMPS.....	24
	9.5 Transición del PDC.....	27
	9.6 Transición de los sistemas cdmaOne .....	28
	9.7 Transición de los sistemas GSM.....	30
	9.8 Capacidad de planificación y diseño del sistema.....	34
10	Cuestiones diversas .....	35
	10.1 Redistribución por satélite .....	35
	10.3 Actualización del Anexo I con la inclusión de los estudios de casos prácticos de OFDMA TDD WMAN IP .....	39
	10.4 Otras consideraciones .....	42
11	Introducción a las IMT-Avanzadas .....	45



## CUESTIÓN 18-1/2

### **Suplemento a las Directrices sobre la transición paulatina (GST) de las redes móviles existentes a las IMT-2000 para los países en desarrollo**

#### **1 Introducción**

Los sistemas de Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000) permiten el acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones, soportados por las redes de telecomunicaciones fijas (por ejemplo, RTPC/RDSI/IP), así como a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

Para satisfacer la demanda cada vez mayor de comunicaciones inalámbricas y las velocidades de transmisión que se prevé sean cada vez más elevadas para satisfacer la demanda de los usuarios, las IMT-2000 son constantemente objeto de mejora y está prevista la aparición de sistemas posteriores a las IMT-2000. El marco y objetivos globales de los futuros desarrollos de las IMT-2000 y sistemas posteriores se describen en la Recomendación UIT-R M.1645.

La Resolución 228 (Rev.CMR-03) indica que es necesario dar una denominación adecuada a los futuros desarrollos de las IMT-2000 y sistemas posteriores. El término «sistemas posteriores a las IMT-2000» se ha utilizado como nombre provisional. Por consiguiente, la Resolución UIT-R 56 (denominación de las telecomunicaciones móviles internacionales) se adoptó para clarificar la relación entre los términos «IMT-2000» y «el futuro desarrollo de las IMT-2000» y da el nuevo nombre a los sistemas, sus componentes y elementos asociados tales como las nuevas interfaces radioeléctricas que soporten las capacidades peculiares de los sistemas posteriores a las IMT-2000. En la Resolución UIT-R 56 se estipula que las IMT-2000 también comprenden sus mejoras y futuros desarrollos y que la expresión «IMT-Avanzadas» se aplicará a estos sistemas, sus componentes y elementos asociados tales como las nuevas interfaces radioeléctricas que soporten las capacidades peculiares de los sistemas posteriores a las IMT-2000. El nombre genérico Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) se refiere tanto a las IMT-2000 como a las IMT-Avanzadas en conjunto.

#### **1.1 Sobre la Recomendación UIT-R M.1457**

Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000), sistemas móviles de la tercera generación, permiten el acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación soportados por las redes de telecomunicaciones fijas (por ejemplo, RTPC/RDSI/IP), así como a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

La Recomendación UIT-R M.1457 ha sido desarrollada conjuntamente por la UIT y las organizaciones proponentes de la tecnología de la interfaz radioeléctrica, los proyectos de asociación a nivel mundial y las organizaciones regionales de normalización. Las actualizaciones, mejoras y adiciones a las interfaces radioeléctricas de esta Recomendación se han sometido a un proceso de preparación y análisis bien definido para garantizar la coherencia con las metas y objetivos establecidos para las IMT-2000 reconociendo al mismo tiempo la necesidad de adaptarse a los cambios de los requisitos del mercado mundial.

En esta Recomendación se describen con todo detalle las especificaciones de las interfaces radioeléctricas IMT-2000. Esta Recomendación es fruto del estudio de los resultados de un proceso de evaluación bien definido aplicado por el UIT-R a las propuestas en materia de radiocomunicaciones de las IMT-2000 que hayan sido presentadas en respuesta a un conjunto de requisitos definidos. También se ha considerado la forma de alcanzar un consenso, al reconocerse la necesidad de minimizar el número de interfaces radioeléctricas diferentes y de maximizar su uniformidad teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios finales, sin perjuicio de la incorporación de las mejores capacidades de calidad de funcionamiento posibles a los diversos entornos de explotación de las radiocomunicaciones IMT-2000.

Gracias a la actualización de las tecnologías existentes, la armonización de las interfaces disponibles y la consideración de nuevos mecanismos, las IMT-2000 siguen a la cabeza de las tecnologías de radiocomunicaciones móviles. En junio de 2009, el GT 5D presentó la revisión 9 a la Recomendación UIT-R M.1457 que se considerará para adopción por la reunión de la CE 5 que se celebrará los días 7 y 8 de diciembre de 2009.

## 1.2 Los sistemas IMT-2000 e IMT-Avanzadas

Las IMT-2000, sistemas móviles de la tercera generación, que entraron en funcionamiento en torno al año 2000, permiten el acceso por medio de uno o varios enlaces radioeléctricos a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones soportados por las redes de telecomunicaciones fijas (por ejemplo, RTPC/RDSI/protocolo de Internet (IP)) y a otros servicios específicos de los usuarios móviles. Desde entonces, las IMT-2000 han sido objeto de mejora constantemente.

Los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas) son sistemas móviles dotados de nuevas capacidades de IMT que superan a las de las IMT-2000. Estos sistemas permiten el acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones, entre ellos servicios móviles avanzados, soportados por redes móviles y fijas que, cada vez con mayor frecuencia, se basan en la transmisión de paquetes.

Las características clave de las IMT-2000 y de las IMT-Avanzadas figuran en las Recomendaciones UIT-R M.1645, UIT-R M.1822 e IMT-Adv/2(Rev.1).

Entre las características clave de las IMT-2000 cabe señalar:

- un alto grado de uniformidad de diseño en todo el mundo;
- compatibilidad de servicios dentro de las propias IMT-2000 y con las redes fijas;
- alta calidad;
- terminales de pequeño tamaño utilizables en todo el mundo;
- capacidad de itinerancia mundial;
- capacidad de aplicaciones multimedios y una amplia gama de servicios y terminales.

## 1.3 Factores que impulsan a las IMT-2000

Algunas de las características y objetivos clave de las IMT-2000 respondían a la búsqueda de un sistema mundial que ofreciera nuevos servicios y capacidades, y que pudiera evolucionar o migrar desde los sistemas existentes y ser capaz de funcionar en varios entornos.

El sistema mundial contemplado tenía que emplear una familia mundial de normas y utilizar bandas de frecuencias comunes<sup>1</sup>, permitir la itinerancia a nivel mundial y contar con equipos compatibles de fácil adquisición a precios razonables.

Se pretendía que los nuevos servicios y capacidades fueran considerablemente más avanzados que las tecnologías previas a las IMT-2000. Habría toda una gama de servicios, vocales o no, y, entre estos últimos, servicios de datos por paquetes y multimedios. El sistema soportaría una capacidad de velocidades binarias de usuario significativamente más altas y ofrecería un circuito de soporte de radiocomunicaciones flexible. Se consideraba esencial que las IMT-2000 soportaran capacidades de datos tanto simétricas como asimétricas, la creación de servicios basados en redes inteligentes (IN), la gestión de perfiles de servicio con arreglo a las Recomendaciones de la serie UIT-T Q.1200, y la correspondiente gestión de sistemas de acuerdo con las Recomendaciones de la serie UIT-T M.3000. También se buscaba la capacidad de ofrecer anchura de banda a petición soportando una amplia gama de velocidades de datos, desde la baja velocidad binaria propia de los sencillos mensajes de radiobúsqueda hasta las altas velocidades de transmisión asociadas a la transferencia de vídeo o ficheros, pasando por las transmisiones vocales.

<sup>1</sup> Aunque el objetivo original de las IMT-2000 era una banda de frecuencias común en todo el mundo (véase, por ejemplo, la Recomendación UIT-R M.1308) en la actualidad hay varias bandas de frecuencias definidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones como resultado de las decisiones de la CAMR-92, la CMR-2000 y la CMR-07.

Los usuarios experimentarían una mayor calidad e integridad del servicio, comparables a los de la red fija, y e beneficiarían asimismo de una mayor seguridad y facilidad de manejo.

El desarrollo de las IMT-2000 vino impulsado también por la necesidad de realizar una evolución flexible de los sistemas y la migración de los usuarios, tanto desde las tecnologías previas a las IMT-2000 como por evolución dentro de las IMT-2000<sup>2</sup> sin olvidar la posibilidad de coexistir e interfaccionar con los sistemas anteriores a las IMT-2000. Se buscaba una arquitectura abierta que facilitara la introducción de los avances tecnológicos y de las distintas aplicaciones, así como la compatibilidad de los servicios dentro de las IMT-2000 y con las redes fijas de telecomunicaciones (por ejemplo, RTPC/RDSI).

La flexibilidad que se contemplaba para las IMT-2000 ofrecería capacidades multientorno, tales como las de redes satelitales/terrenales integradas, su explotación en entornos aeronáuticos y marítimos, la prestación de servicios a usuarios tanto móviles como fijos en las regiones urbanas, rurales y remotas, y el soporte de zonas de alta y baja densidad.

Dentro de la familia de normas, se deseaba obtener el máximo nivel de interfuncionamiento entre redes de distintos tipos para ofrecer a los abonados mayor cobertura, itinerancia sin interrupción y coherencia de servicios. Análogamente, era necesario poder utilizar terminales adaptables capaces de descargar programas informáticos para soportar capacidades multibanda y multientorno.

El desarrollo de las IMT-2000 vino impulsado asimismo por la búsqueda de una estructura modular que permitiera poner en marcha el sistema con la configuración más elemental y sencilla posible, para ir creciendo en tamaño y complejidad conforme fuera preciso. Por último, se pretendía que las IMT-2000 satisficieran las necesidades de los países en desarrollo y aprovecharan mejor el espectro radioeléctrico que los sistemas anteriores a las IMT-2000, en congruencia con la prestación de servicios a costos aceptables, teniendo en cuenta sus diversas demandas de velocidades de datos, simetría, calidad de canal y retardos. En la mayor parte de los países en desarrollo, la tarea de reducir la brecha digital se encuentra en la coyuntura de seguir intentando resolver el problema de ofrecer el acceso vocal. La informatización a gran escala y el crecimiento de los ciberservicios exige la disponibilidad de una mayor anchura de banda en el bucle de acceso. En estos países, es probable que la mayor parte de las líneas de acceso utilicen tecnología inalámbrica y que, por consiguiente, alternativas tales como la xDSL, la CATV y la RDSI no sean adecuadas para su implementación a gran escala. Las capacidades de datos inalámbricos de alta velocidad que se esperaba ofrecieran las IMT-2000 constituirían una tecnología de acceso inalámbrico móvil que brindarían a las IMT-2000 una oportunidad única en estos mercados.

En los países desarrollados se ha desagregado el bucle local de cobre para fomentar la competencia en banda ancha. Puesto que no es posible proceder a esa desagregación en la red inalámbrica, el interfuncionamiento de diferentes tecnologías inalámbricas puede constituir una alternativa para ofrecer servicios de banda ancha en régimen de competencia.

## **2 Actualización del texto «De las actuales redes móviles a las IMT-2000»**

La transición hacia las IMT-2000 desde los sistemas previos a ésta se producirá a lo largo de un cierto periodo de tiempo para que los operadores puedan rentabilizar y amortizar por completo las inversiones efectuadas en infraestructuras previas a las IMT-2000. Hay varios escenarios de transición posibles para que los operadores inalámbricos migren de los sistemas actuales a las IMT-2000. Tanto las administraciones como los operadores deben considerar las soluciones disponibles en el momento de plantearse la transición y analizar a fondo las implicaciones financieras y técnicas antes de decidir cuál es la mejor solución.

La mayoría de los operadores de redes móviles de los países desarrollados ya han identificado trayectos de evolución hacia las redes IMT-2000. En general, los operadores de las redes GSM, TDMA de América y PDC (celular digital personal) de Japón han identificado trayectos de evolución hacia soluciones CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo (WCDMA) y TDMA IMT-2000 de una sola portadora. Los operadores de cdmaOne (IS-95) y algunos operadores de TDMA han identificado trayectos de evolución

---

<sup>2</sup> «Evolución dentro de las IMT-2000» significa la evolución de cada una de las tecnologías de las radiocomunicaciones terrenales de las IMT-2000.

hacia soluciones CDMA IMT-2000 con multiportadora (CDMA2000), mientras que otros operadores van a efectuar la transición a la nueva norma IMT-2000, OFDMA TDD WMAN.

La elección de los trayectos de transición responde a la situación y condiciones locales y, en particular, al entorno de prestación de servicios competitivos, la política de penetración de los servicios y los aspectos estratégicos y financieros. Antes del proceso de transición y durante el mismo es necesario evaluar las repercusiones operacionales y económicas del despliegue de la red. Al considerar todos estos aspectos se pone de manifiesto que no hay una única solución adecuada para todos los operadores.

### **3 Actualización de las tecnologías terrenales de las IMT-2000**

El proceso de normalización de las IMT-2000 lo estableció la UIT mediante un procedimiento exhaustivo y metódico en el que se tenían en cuenta las expectativas de los usuarios, las necesidades del mercado, las fuerzas que operan en éste, la evolución de la tecnología, la transición a las IMT-2000 de los sistemas previos a éstas, las necesidades de los países en desarrollo, etc.

Este proceso condujo al concepto de «Familia de sistemas de las IMT-2000» en el UIT-R y a la elaboración de la Recomendación UIT-R M.1457 «Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).»

Las IMT-2000 constan de varios sistemas de acceso radioeléctrico y redes centrales que se describen en las siguientes subsecciones.

#### **3.1 Redes de acceso radioeléctrico y normas de las IMT-2000<sup>3</sup>**

Las tecnologías terrenales de acceso radioeléctrico de las IMT-2000 se basan en diversas combinaciones de acceso múltiple por división del código (CDMA), acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), acceso múltiple por división del tiempo con división sincrónica del código (TD-SCDMA), acceso múltiple por división ortogonal de frecuencias (OFDMA), portadora única, multiportadora, dúplex por división de frecuencias (FDD) y dúplex por división del tiempo (TDD). Ninguna de las tecnologías de las IMT-2000 utilizan FDMA puro en el que un único canal radioeléctrico se utiliza por completo para dar soporte a un solo usuario.

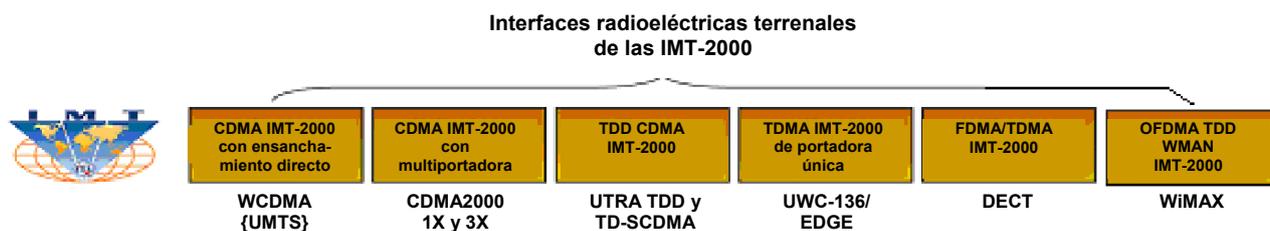
#### **3.2 Normas de las radiocomunicaciones terrenales de las IMT-2000**

Las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000 se especifican en la Recomendación UIT-R M.1457. Las interfaces radioeléctricas y sistemas de las IMT-2000 se describen más detalladamente en el Manual «Implantación de los sistemas IMT-2000».

Las normas IMT-2000 dotan de gran flexibilidad a estos sistemas y les permiten soportar una amplia gama de servicios y aplicaciones. Estas normas contemplan la posibilidad de seis interfaces radioeléctricas basadas en cuatro técnicas de acceso diferentes (FDMA, TDMA, CDMA y OFDMA).

---

<sup>3</sup> En contexto del presente documento, la palabra «norma» se refiere a una especificación publicada por una Organización de normalización, por ejemplo, las Recomendaciones del UIT-R y del UIT-T.

Figura 3.1: Interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000<sup>4</sup>

Nombre completo	Nombres comunes
CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo	UTRAFDD WCDMA UMTS E-UTRAN
CDMA IMT-2000 con multiportadora	CDMA2000 1x y 3x CDMA2000 1xEV-DO (incluidos Rel. 0, Rev. A y Rev. B) UMB
TDD CDMA IMT-2000	TDD UTRA 3,84 Mchip/s velocidad de segmentos alta TDD UTRA 1,28 Mchip/s velocidad de segmentos baja (TD-SCDMA) UMTS E-UTRAN
TDMA IMT-2000 de portadora única	EDGE
FDMA/TDMA IMT-2000 (frecuencia-tiempo)	DECT
OFDMA TDD WMAN IMT-2000	WiMAX

### 3.2.1 La red radioeléctrica

Una red de acceso radioeléctrico consiste en uno o más sistemas de redes radioeléctricas. El sistema de red radioeléctrica (RNS) está integrado por el equipo de la estación base (transceptores, controladores, etc.) que es visto por el MSC como la entidad encargada de comunicarse con las estaciones móviles de determinada zona. El equipo de radiocomunicaciones de un RNS puede soportar una o varias células. Un RNS puede contar con una o varias estaciones base. En el caso de FDD UTRA y de TDD UTRA ambas interfaces radioeléctricas pueden ser soportadas por una sola red de acceso radioeléctrico.

### 3.3 Redes básicas IMT-2000

Además de la red radioeléctrica, el otro componente esencial de la familia terrenal de las IMT-2000 es la red básica. En esta sección se ofrece información sobre las redes básicas de los miembros de la familia IMT-2000 especificadas en cada uno de los Proyectos de Asociación 3G y convertidas en normas por sus

<sup>4</sup> Las siglas UWC-136 ya no se utilizan para la portadora única AMDT de las IMT-2000.

respectivas organizaciones de normalización (SDO) asociadas. Hay dos de estos miembros de la familia IMT-2000 que se describen con más detalle en las siguientes secciones.

El UIT-T está estudiando una serie de aspectos sobre la armonización de las redes básicas de los miembros de la familia IMT-2000. Uno de ellos es objeto de investigación en cuanto a las diferencias entre los subsistemas multimedia IP (IMS) de los dos Proyectos de Asociación 3G. Este trabajo converge con los Proyectos de la Asociación 3G y se prevé que sea la base sobre la que se defina una red básica armonizada para los sistemas posteriores a las IMT-2000.

El modo de transferencia asíncrono (ATM) y el protocolo de Internet (IP) son las dos tecnologías y protocolos de importancia fundamental para la implementación de las redes básicas IMT-2000. El Manual «Implantación de los sistemas de las IMT-2000» ofrece una descripción de estas tecnologías de transporte de redes.

Las redes básicas de las IMT-2000 de los dos miembros de esta familia están definidas por el UIT-T en dos series de Recomendaciones: la UIT-T Q.1741 para las redes básicas UMTS evolucionadas del GSM y la Q.1742 para la red básica ANSI-41 evolucionada a red de acceso CDMA2000.

Los dos tipos de redes básicas IMT-2000<sup>5</sup> recomendados por la UIT se muestran en el Cuadro siguiente:

**Cuadro 3.2: Recomendaciones para la red básica de las IMT-2000**

<b>Nombre completo</b>	<b>Recomendaciones UIT-T sobre las redes básicas</b>	<b>Tecnologías de radiocomunicaciones IMT-2000 soportadas por la red básica</b>
Red básica UMTS evolucionada del GSM	Q.1741.1 (sobre la versión 99 de las 3GPP) Q.1741.2 (3GPP versión 4) Q.1741.3 (3GPP versión 5) Q.17.41.m (m corresponde a las futuras versiones)	CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo TDD CDMA IMT-2000 TDMA IMT-2000 de portadora única
Red básica evolucionada ANSI-41 con red de acceso CDMA 2000	Q.1742.1 (especificaciones 3GPP2 a 17 de julio de 2001) Q.1742.2 (especificaciones 3GPP2 a 11 de julio de 2002) Q.1742.3 (especificaciones 3GPP2 a 30 de junio de 2003) Q.1742.4 (especificaciones 3GPP2 a 30 de junio de 2004) Q.1742.4 (especificaciones 3GPP2 a 31 de diciembre de 2005) Q.1742.6 (especificaciones 3GPP2 a 31 de diciembre de 2006) Q.1742.7 (especificaciones 3GPP2 a 30 de junio de 2008) Q.1742.n (n corresponde a las futuras versiones)	CDMA IMT-2000 con multiportadora

<sup>5</sup> En el Manual sobre implantación de las IMT-2000 se definen tres normas de redes básicas. No obstante, el UIT-T sólo ha definido oficialmente las dos primeras en las Recomendaciones UIT-T Q.1741.x y Q.1742.x.

Este tipo de red básica de las IMT-2000 se define en la serie de Recomendaciones UIT-T Q.1741.x. y Q.1742 de las que se presenta un resumen en los Anexos A y B de las directrices provisionales (MTG) ([www.itu.int/itudoc/itu-d/question/studygr2/87040.html](http://www.itu.int/itudoc/itu-d/question/studygr2/87040.html)).

#### 4 Información sobre las tecnologías por satélite de las IMT-2000

##### 4.1 Consideraciones sobre los satélites

Por lo general, las componentes satelital y terrenal de las IMT-2000 son complementarias para prestar servicios en zonas de cobertura que solas no atenderían por motivos económicos. Cada uno de las componentes tiene ventajas y restricciones particulares. La componente satelital puede ofrecer cobertura en zonas que pueden no estar dentro del alcance económico de la componente terrenal, tales como las regiones rurales y remotas.

En la actualidad hay seis sistemas de satélites definidos como parte de la familia IMT-2000 mediante sus interfaces radioeléctricas (véanse las Recomendaciones UIT-R M.[1457-SAT]) y se ha propuesto la introducción de una nueva interfaz. Cabe prever que cada una pueda funcionar con independencia de las otras. Todas ellas pretenden ofrecer cobertura en zonas de servicio regionales, multirregionales o mundiales y por consiguiente puede haber varios sistemas de satélites capaces de prestar servicios en cualquier país.

El Suplemento a las directrices está dedicado a la componente terrenal de los sistemas IMT-2000.

#### 5 Actualización de las organizaciones de normalización competentes en las IMT-2000

Los sistemas IMT-2000 tienen una actividad de desarrollo mundial. Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de las IMT-2000 en las Recomendaciones de la UIT se han elaborado en colaboración con organizaciones proponentes de tecnologías de la interfaz radioeléctrica, proyectos de asociación mundial y organizaciones de normalización (SDO). La UIT ha suministrado el marco mundial y global y los requisitos junto con estas organizaciones. Las interfaces radioeléctricas definidas por organizaciones externas se muestran en el Cuadro 5.1.

**Cuadro 5.1: Interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000: organizaciones externas**

Nombre completo	Organizaciones externas
CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo	3GPP
CDMA IMT-2000 con multiportadora	3GPP2
TDD CDMA IMT-2000 (codificación del tiempo)	3GPP
TDMA IMT-2000 de portadora única	ATIS WTSC y TIA
FDMA/TDMA IMT-2000 (frecuencia-tiempo)	ETSI
OFDMA TDD WMAN IMT-2000	IEEE

El estado e informes de situación de las Recomendaciones/Informes/Manuales de las UIT sobre las IMT-2000 puede consultarse en [www.itu.int/UIT-D/IMT-2000/ProgressStatus\\_textIMT2000.PDF](http://www.itu.int/UIT-D/IMT-2000/ProgressStatus_textIMT2000.PDF)

#### 6 Oferta de servicios de las IMT-2000

Entre la oferta de servicios móviles más representativos y de las IMT-2000 se encuentran, aun no siendo los únicos, los siguientes: voz, vídeo, vídeo de flujo continuo, multimedia interactivos, transferencia de ficheros e imágenes, navegación por la Web (acceso a Internet y a la intranet), correo-e, servicios de información de

diversos tipos (salud, educación, gobierno, comercio), telemedida, mensajería (SMS, MMS), dinero móvil, servicios de localización, servicios dotados de ITS, juegos y entretenimiento, multidifusión/radiodifusión-multimedios móvil, llamadas de emergencia, alertas a la población, servicio de prioridad e interceptación legal.

Las mejoras de las funcionalidades y servicios para los operadores y usuarios se exponen más detalladamente en las Secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las MTG. También pueden consultarse detalles adicionales en el Anexo F de las MTG y en la Recomendación UIT-R M.1822:

Marco para los servicios soportados por las IMT.

## 7 Necesidades de espectro

Hasta la fecha, el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) ha identificado las siguientes bandas de frecuencias para las IMT y las IMT-2000, a tenor de la CAMR-92, la CMR-2000 y la CMR-07: 450-470 MHz, 698-960 MHz, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz, 2 300-2 400 MHz, 2 500-2 690 MHz y 3 400-3 600 MHz. Esta identificación no impide la utilización de estas bandas por ninguna aplicación de los servicios a los que están asignadas ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Hay diversas disposiciones reglamentarias aplicables a cada una de estas bandas. Las desviaciones regionales de cada una de estas bandas se indican en las notas aplicables a las mismas, como puede verse en el Cuadro siguiente.

Banda (MHz)	Notas que identifican la banda para las IMT
450-470	5.286AA
698-960	5.313A; 5.317A
1 710-2 025	5.384A, 5.388, 5.388A, 5.388B
2 110-2 200	5.388
2 300-2 400	5.384A
2 500-2 690	5.384A
3 400-3 600	5.430A, 5.432A, 5.432B, 5.433A

Además, ciertas administraciones pueden implantar sistemas IMT-2000 en bandas distintas de las identificadas en el RR.<sup>6</sup>

### 7.1 Actualización de las disposiciones de frecuencias

La labor del Grupo de Trabajo 5D de la UIT sobre disposiciones de frecuencias para las bandas de las IMT está orientada a unir a los Estados Miembros de la UIT para que apoyen un plan de bandas común para los servicios móviles. El objetivo es evitar la fragmentación del mercado y concertar el acuerdo más amplio posible sobre disposiciones de frecuencia armonizadas. El motivo de esta armonización es la obtención de costos de red menores, la simplificación de la itinerancia y el abaratamiento de los dispositivos.

El GT 5D del UIT-R se encuentra inmerso en la actualización de la Recomendación UIT-R M.1036-3 y ha elaborado un documento de trabajo que contiene las disposiciones de frecuencias recomendadas para la

<sup>6</sup> Fuente: Documento de trabajo para la revisión de la Recomendación UIT-R M.1036-3, GT 5D del UIT-R, Documento R07-WP5D-C-0413!H05!MSW.

implementación en las bandas identificadas para las IMT en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).<sup>7</sup> El orden de las disposiciones de frecuencias en cada uno de los anexos no supone ninguna prioridad específica. Las administraciones pueden implementar cualquiera de las disposiciones de frecuencias recomendadas que se adapten a las condiciones de sus países. Las administraciones pueden implementar cada una de las disposiciones de frecuencias en todo o en parte.

Las administraciones deben tener en cuenta el hecho de que en algunas de las disposiciones de frecuencias en la misma banda se solapan la banda del transmisor de la estación base y la del transmisor de la estación móvil. Pueden aparecer problemas de interferencia cuando una disposición de frecuencias se solape con la disposición de frecuencias de algún país vecino.

## **7.2 Consideraciones para los países en desarrollo**

Entre las cuestiones que afectan específicamente a los países en desarrollo se encuentran la selección de las bandas espectrales identificadas en la CAMR-92, CMR-2000 y CMR-07 así como la retribución del espectro anterior a las IMT-2000.

Muchos países en desarrollo han manifestado su necesidad de utilizar las bandas de frecuencias inferiores por debajo de las ya identificadas para las IMT-2000 a fin de ofrecer una mejor cobertura e implementar las IMT-2000 a menor costo. Algunas administraciones podrían plantearse la utilización de las bandas inferiores, por debajo de 600 MHz, para la implantación de los sistemas IMT-2000 en los casos en que sea conveniente evolucionar desde un sistema existente de la segunda generación a las IMT-2000 o aprovechar las condiciones más ventajosas de cobertura para las zonas escasamente pobladas y las de baja densidad de tráfico. Se ha estudiado una solución adecuada para los países en desarrollo y finalmente se han identificado en la CMR-07 bandas por debajo de 1 GHz para facilitar la implantación de los sistemas IMT.

## **7.3 Principios aplicables a la utilización de espectro para las IMT**

Algunos de los principios por lo que se rige la utilización de espectro por parte de los sistemas IMT se recogen en la Recomendación UIT-R M.1036. Además, los organismos reguladores pueden utilizar la Recomendación UIT-R M.1036 para definir sus disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT).

## **7.4 Utilización de espectro móvil de la primera y segunda generación para las IMT-2000**

En reconocimiento de las ventajas que se obtendrán de la transición de los actuales sistemas a las IMT-2000, la CAMR-92 y la CMR-2000 identificaron las gamas de frecuencias, entre ellas las bandas de 800 MHz, 900 MHz, 1 800 MHz y 1 900 MHz, en las que funcionan la mayor parte de los sistemas inalámbricos comerciales de la primera y segunda generación. Uno de los problemas que plantea la retribución de espectro previo a las IMT-2000 es el hecho de que los sistemas IMT-2000 utilicen canales de frecuencias situados entre otros utilizados por los sistemas anteriores a las IMT-2000.

En todo el mundo hay operadores que están utilizando espectro móvil de la primera y segunda generación para las IMT-2000. Por ejemplo, hay operadores de Brasil, Canadá, Ecuador, India, Japón, Corea, México, Nueva Zelandia, Venezuela y los Estados Unidos, entre otros, que utilizan actualmente las bandas de 800 y 1 900 MHz para prestar servicios IMT-2000 tras la transición a las IMT-2000 de los sistemas actuales de la primera y segunda generación. Análogamente, los operadores de Rumania, Belarús, Polonia, Federación de Rusia y Suecia han actualizado sus sistemas de la banda 450 MHz a las IMT-2000.

Dado el importante desembolso inicial necesario para implantar los nuevos sistemas IMT-2000 por completo, los operadores son conscientes de que la actualización de las redes del espectro actual constituye una alternativa de mayor viabilidad económica. Además, podría ser más costoso implantar sistemas IMT-2000 en bandas de frecuencias no armonizadas que en las armonizadas y utilizadas por la mayor parte de los operadores por razones de economías de escala.

<sup>7</sup> Fuente: Documento de trabajo para la revisión de la Recomendación UIT-R M.1036-3, GT 5D del UIT-R, Documento R07-WP5D-C-0413!H05!MSW.

## 8 Actualización de la interoperabilidad con las redes actuales y entre las tecnologías de las IMT-2000

El interfuncionamiento entre los sistemas IMT-2000 y los sistemas fijos y móviles tradicionales, constituye una cuestión que es preciso abordar dado que, para el usuario, el acceso a sus servicios y aplicaciones a nivel mundial (por ejemplo, entorno local virtual) reviste importancia.

Hay que destacar la importancia del interfuncionamiento en general (y en particular con los sistemas tradicionales) para permitir la cobertura y la circulación de los terminales a nivel mundial. A este respecto, cabe destacar que se pueden adquirir terminales multimodo específicos conforme a las redes comerciales vayan cobrando realidad. Las tarjetas SIM (*Subscriber Identification Module*, módulo de identificación del abonado) son otra solución que puede contribuir a superar algunos de los problemas de interoperabilidad entre redes, aunque exijan la utilización de microteléfonos multimodo o múltiples para funcionar en distintas redes. 3GPP, 3GPP2 y el Foro WiMAX están trabajando para alcanzar las metas de interoperabilidad e itinerancia a fin de lograr:

- La interoperabilidad entre los móviles 3GPP IMS y los móviles 3GPP2 IMS (o sea que un móvil 3GPP IMS pueda abrir una sesión con un móvil 3GPP2 IMS y viceversa).
- La itinerancia IMS entre sistemas a nivel de la aplicación (dado que el móvil soporta la red de acceso y la tecnología de transporte IP de la red visitada, un móvil 3GPP IMS debería poder itinerar en una red 3GPP2 y viceversa).
- La interoperabilidad entre WiMAX y las redes 3GPP y 3GPP2 por parte de la red básica basada en IMS.

Otra cuestión de interoperabilidad a considerar es la repercusión de la introducción de los servicios de datos con las IMT-2000. Dado que las tecnologías IMT-2000 son relativamente nuevas, la interoperabilidad de los programas informáticos y aplicaciones residentes en los terminales IMT-2000 y entre países será cada vez más importante conforme se vaya avanzando en su despliegue. La organización *Open Mobile Alliance*<sup>8</sup> se constituyó con el objetivo de ofrecer normas abiertas para la industria móvil, contribuyendo a crear servicios interoperables que funcionen en todos los países, con todos los operadores y terminales móviles y que se orienten por las necesidades de los usuarios.

Otras cuestiones clave a considerar en el esfuerzo por alcanzar estos objetivos de interoperabilidad e itinerancia son las siguientes:

- El acceso a servicios de emergencia.
- La información de localización.
- La interceptación legal.

La combinación de las tecnologías IMT-2000 con las capacidades de determinación de posición, así como con otros sistemas dedicados, da pie al desarrollo de muchas aplicaciones de protección pública y de utilidad para los cuerpos y fuerzas de seguridad, entre ellos las citaciones electrónicas, la localización de las personas que llaman solicitando ayuda de emergencia, el seguimiento de delincuentes en libertad provisional, el acceso de los funcionarios, el acceso a bases de datos en servidores centrales sin intervención del distribuidor y el acceso a información en tiempo real de sistemas de viajes por tierra, mar y aire. Las tecnologías IMT-2000 pueden ayudar, además de a los sistemas de seguridad, a los funcionarios gubernamentales en las labores de seguimiento de vehículos y vigilancia de mercancías en tránsito a su destino. Estos servicios revestirán una importancia especial para el transporte de materiales peligrosos de alto riesgo tales como explosivos, materiales radioactivos, materiales cuya inhalación resulte tóxica así como para el transporte masivo de líquidos inflamables y gases.

Además de sus capacidades de localización de la posición, las redes inalámbricas IMT-2000 utilizan procedimientos de autenticación más avanzados que las redes inalámbricas de la segunda generación, y están dotadas de claves criptográficas más largas y robustas (tales como las claves secretas de 128 bits) que mejoran la seguridad.

<sup>8</sup> [www.openmobilealliance.org](http://www.openmobilealliance.org)

Valdría la pena tratar de adoptar mecanismos de acceso comunes para servicios de emergencia e interfaces normalizadas para la intercepción legal y otras cuestiones relacionadas con la seguridad, de modo que éstos sean independientes de la tecnología de la red. Esto podría contribuir a potenciar la eficacia de los servicios de emergencia (sobre todo para los usuarios itinerantes) y reducir los costos de explotación en otros ámbitos. El UIT-T está realizando estudios sobre este tema.

## **9 Actualización de los trayectos de transición**

### **9.1 Introducción**

Hay varios sistemas anteriores a las IMT-2000, tanto analógicos como digitales, que siguen en funcionamiento hoy en día prestando servicios inalámbricos de voz y datos a usuarios finales de todo el mundo. Entre estos sistemas se encuentran, aunque no son los únicos, AMPS, NMT, cdmaOne, TDMA, y GSM. En las Recomendaciones UIT-R M.622, M.1033 y M.1073 y en el Informe UIT-R M.742 se exponen las características de los sistemas anteriores a las IMT-2000.

Debido a las diferencias entre los diversos sistemas anteriores a las IMT-2000, así como a las diferencias entre los propios sistemas de las IMT-2000, hay varios trayectos de transición distintos para los diversos sistemas anteriores a las IMT-2000. No obstante, en la mayor parte de los casos, esta transición exige la adición de equipos o programas informáticos a la estación base de las IMT-2000, la introducción de las modificaciones y adiciones necesarias en las redes de acceso radioeléctrico (RAN), y las modificaciones y actualizaciones pertinentes de la «red básica» subyacente junto con la introducción de nuevos terminales, que suelen ser dispositivos de modo dual capaces de funcionar tanto con las tecnologías radioeléctricas de las IMT-2000 con las anteriores a éstas.

Hay varios factores que deben considerarse en la selección de un trayecto de transición hacia a las IMT-2000. Un factor importante es la disponibilidad y utilización de espectro para los sistemas de las IMT-2000 y los anteriores a éste. Otras cuestiones que tendrán una repercusión importante en la selección del trayecto de transición son la disponibilidad de equipos y aplicaciones de servicio para las diversas tecnologías y su calidad de funcionamiento en el entorno de explotación deseado.

En el Anexo I se presentan experiencias habituales de los operadores, tanto de los países desarrollados como en desarrollo.

Considerada al más alto nivel, la transición hacia las IMT-2000 viene caracterizada por la implantación por parte del operador de:

- Una red básica con enlaces a la RTPC (red telefónica fija), la RDSI, Internet/Intranet y las redes externas móviles y de datos.
- Una red de acceso radioeléctrico (RAN) que sea en última instancia capaz de funcionar en varias bandas de frecuencias y utilizar tecnologías radioeléctricas complementarias (las redes de acceso radioeléctrico están basadas en interfaces radioeléctricas. Las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000 se especifican en la sección 1.3.2.1).
- Terminales de modo dual o multimodo, que permitan a los abonados disfrutar de los servicios existentes en las redes IMT-2000 y las anteriores a éstas.

Los operadores que pretendan actualizar sus sistemas tendrán que evaluar los sistemas objetivo y analizar qué parte de sus sistemas tienen que modificar, qué recursos (por ejemplo, qué espectro) pueden reutilizarse o deben mejorarse y en qué medida. La imprescindible modificación de los sistemas puede clasificarse a grandes rasgos como evolución de sus componentes o transición de todo el sistema. Según las definiciones de la Recomendación UIT-R M.1308:

- la «evolución» viene caracterizada por «un proceso de cambio y desarrollo para lograr un aumento de las capacidades », mientras que
- la «migración» viene caracterizada por «el movimiento de los usuarios o de la prestación del servicio del sistema actual a un nuevo sistema».

Hay esencialmente dos tipos de redes básicas:

- la red básica GSM (evolucionada); y
- la red básica IS-41 (evolucionada).

El movimiento de usuarios y la prestación de servicios de una red básica GSM a una red básica IS-41, y viceversa, constituye sin lugar a dudas una migración, ya que el equipo de red básica debe reemplazarse en ambos casos. Ahora bien, dentro de ambas redes básicas puede haber evolución, y ésta resulta necesaria para introducir servicios nuevos y complementarios, y soportar las nuevas capacidades del acceso radioeléctrico.

Para soportar servicios de datos en paquetes, las redes básicas GSM (evolucionadas) se han complementado con redes medulares GPRS basadas en IP, las cuales proporcionan una rápida gestión específica de la movilidad a los servicios de datos en paquetes, y son capaces de manejar con rapidez trasposos de los servicios de datos en paquetes en tiempo real. Por contra, las redes básicas IS-41 se complementan con redes IP «clásicas/puras» y, por lo tanto, utilizan protocolos genéricos IP para la prestación de movilidad (esto es, IP móvil).

Un sistema multimedios IP (IMS) es una arquitectura adicional que puede superponerse sobre las dos redes básicas anteriores, y proporciona servicios específicos de datos en paquetes (por ejemplo, voz por IP, conferencias basadas en voz por IP, etc.). Este sistema ha sido adoptado por el 3GPP y el 3GPP2 para sus redes básicas por paquetes.

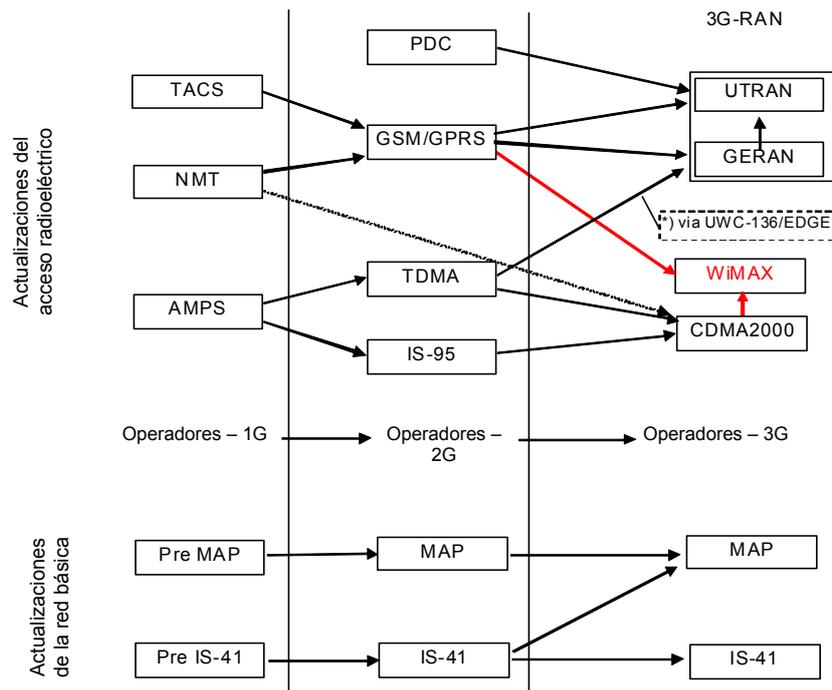
En lo que se refiere a la red de acceso radioeléctrico (RAN), las industrias del sector de la telefonía móvil han definido las especificaciones esenciales y mantienen su colaboración para hacer evolucionar aún más estas tecnologías y poder atender las futuras necesidades del mercado. El enfoque paso por paso adoptado minimiza la necesidad de volver a efectuar grandes inversiones en sistemas IMT-2000, pese a lo cual permite introducir mejoras significativas en la capacidad de suministrar servicios mejorados durante cada paso del proceso. La actualización de las normas garantiza una compatibilidad ascendente, lo que garantiza en la medida de lo posible el mantenimiento de la capacidad de servicio para los operadores y usuarios actuales.<sup>9</sup>

El análisis de los diversos escenarios de transición, del mercado y el estudio prospectivo de las tendencias ponen de manifiesto que los operadores 1G y 2G han actualizado y siguen actualizando sus redes para pasarlas a 2G y 3G, como puede verse en la Figura 9.1, en la que se muestran estas actualizaciones de la red de acceso radioeléctrico y de la red básica.

---

<sup>9</sup> Pueden consultarse los detalles del proceso de distribución de las 3GPP en el Anexo E de las MTG.

Figura 9.1: Actualizaciones observadas en las redes de los operadores



## 9.2 Consideraciones sobre la transición

Los siguientes aspectos son importantes para que un operador se decida por un cierto trayecto de transición:

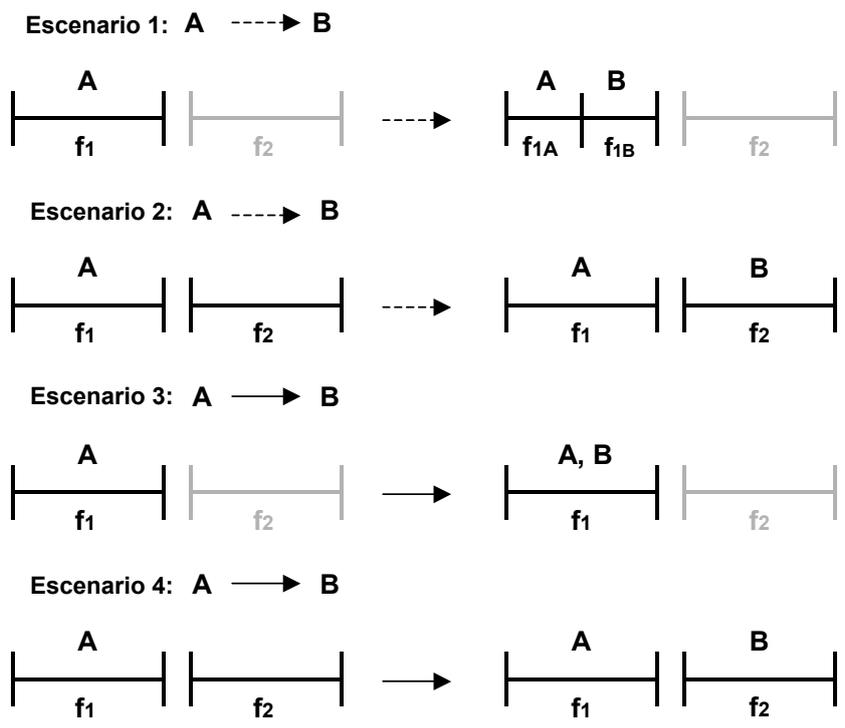
- Funcionamiento en bandas de frecuencias armonizadas en todo el mundo.
- Cuota de mercado/penetración en el mercado existente/prevista de la tecnología objetivo.
- Probabilidad de que otros operadores adopten trayectos de transición parecidos.
- Facilidad de transición de la tecnología existente a la deseada.
- La arquitectura de sistemas de la tecnología objetivo tiene que resistir el paso del tiempo (es decir, ser capaz de expandirse para hacer frente a los nuevos requisitos y a los nuevos servicios).
- Estado de las normas correspondientes.

La importancia de estos aspectos radica en que la historia nos demuestra que el éxito de una determinada tecnología de comunicaciones móviles depende especialmente de las capacidades de itinerancia (véanse los puntos a) a c) anteriores), de que los precios de los terminales y de las infraestructuras (véanse los puntos a) a e) anteriores) sean asequibles, así como de la posibilidad de soportar nuevos servicios (véanse los puntos e) y f) anteriores).

En cuanto a la transición de un sistema, los principales problemas son la utilización del espectro y la configuración del sistema. En la transición de un operador a un sistema de las IMT-2000, se consigue una ganancia en cobertura y capacidad. Por consiguiente, conforme los usuarios van efectuando su transición a las IMT-2000 desde los sistemas anteriores a éstas, los operadores pueden ir obteniendo un aumento de la eficiencia espectral gracias a la utilización de sistemas más avanzados. En cuanto a la utilización del espectro, existen cuatro escenarios posibles, en función de las condiciones reglamentarias (véanse las Figuras 9.2-1 y 9.2-2):

- **Escenario 1:** El sistema IMT-2000 (B) se despliega en el espectro que utiliza actualmente el sistema pre-IMT-2000 (A). Huelga decir que el espectro existente (f1) se divide, atribuyéndose una parte al sistema IMT-2000 (f1b), mientras que el resto sigue siendo utilizado por el sistema pre-IMT-2000 (f1a). En este escenario no se necesita nuevo espectro (f2), lo que permite a los operadores efectuar la migración de sus usuarios a los nuevos servicios, utilizando el espectro de que disponían, y también utilizar el espectro simultáneamente para los sistemas IMT-2000 y pre-IMT-2000.
- **Escenario 2:** El sistema IMT-2000 (B) se despliega en un nuevo espectro, lo que permite, por ejemplo, al operador, efectuar la migración de sus usuarios a los nuevos servicios que presta con el nuevo espectro (f2), al tiempo que hace evolucionar las capacidades del sistema pre-IMT-2000 en el espectro existente (f1).
- **Escenario 3:** El sistema IMT-2000 (B) es una versión evolucionada del sistema pre-IMT-2000 (A), desplegado gracias a una secuencia de actualizaciones realizadas en el mismo espectro. El sistema IMT-2000 (B) puede interoperar plenamente con el sistema pre-IMT-2000 (A). En este escenario no se requiere nuevo espectro (f2).
- **Escenario 4:** El sistema IMT-2000 (B) es una versión evolucionada del sistema pre-IMT-2000 (A). Por consiguiente, el sistema IMT-2000 (B) puede interoperar plenamente con el sistema pre-IMT-2000 (A). El sistema IMT-2000 (B) funciona en el nuevo espectro (f2), mientras que el sistema pre-IMT-2000 (A) sigue funcionando en el espectro existente. El escenario 4 se suele combinar con el 3. Por consiguiente, en muchos casos, el sistema (B) también funciona en el espectro existente.

**Figura 9.2-1: Escenarios de transición a las IMT-2000**



**Clave:**

**A:** Sistema pre-IMT-2000      **B:** Sistema IMT-2000  
**A -----> B:** A migra a B;      **A -> B:** A evoluciona a B;  
**f1:** banda de espectro actual del operador  
**f2:** nueva banda de espectro del operador (distinta de f1)

(Puede consultarse ejemplos reales de cada uno de los escenarios de transición en el Anexo I «Experiencia del operador en la transición a los sistemas IMT-2000».)

**Figura 9.2-2: Aspectos clave de los escenarios de transición en las IMT-2000**

		Bandas espectrales	
		La misma	Distinta
Compatibilidad ascendente	Sí	Escenario 3	Escenario 4
	No	Escenario 4	Escenario 2

Si la transición exige la migración de usuarios y servicios, hay que evaluar en qué medida es necesario sustituir las entidades de la red (por ejemplo, la red básica y los componentes de la red de acceso). Esta sustitución no tiene por qué afectar a todo el sistema. Por lo general, las redes básicas evolucionan cuando

los componentes de la red de acceso se cambian por completo. En muchos casos, e incluso en el caso de actualización de sistemas móviles de una generación anterior a otra nueva, es muy frecuente la posibilidad de que se actualicen únicamente unas pocas entidades del sistema.

Si la transición se efectúa de una generación a la siguiente, las funcionalidades más importantes (servicios, protocolos, etc.) y las propiedades (espectro) de los antiguos sistemas siguen estando, en gran medida, disponibles e intactas en el nuevo sistema. La evolución de los componentes de un sistema ofrece una compatibilidad máxima, tanto ascendente como descendente, es decir, los equipos anteriores a las IMT-2000 no tienen que sustituirse sino que pueden utilizarse conjuntamente con los nuevos equipos, manteniendo de este modo todas las funcionalidades del sistema anterior a las IMT-2000.

En general, y no sólo en los países en desarrollo, puede concluirse que son preferibles las actualizaciones evolutivas de los sistemas, desde el punto de vista del operador y del usuario final, ya que pueden conservarse en gran medida las inversiones anteriores. No obstante, en realidad, la pura evolución de los sistemas nunca es posible, ya que, incluso en los sistemas de diseño más flexible, hay que actualizar como mínimo sus programas informáticos e incluso los equipos físicos de ciertos componentes de la red (sustituyéndolos), cuando haya nuevas características que mejoren el sistema. Además, la experiencia demuestra que todas las tecnologías tienen un límite para su expansión, es decir, que hasta las mejoras evolutivas ocasionarán en última instancia una complejidad inaceptable de los sistemas. Desde esta etapa es necesario efectuar saltos tecnológicos que plantearán la necesidad de un nuevo sistema, que será incompatible con el antiguo y exigirá la oportuna estrategia de migración e interoperabilidad.

Los operadores deben tenerse cuenta estos aspectos para seleccionar su trayecto de transición hacia las IMT-2000.

Cuatro son los elementos que probablemente incidan en la decisión de los operadores sobre la evolución de sus sistemas anteriores a las IMT-2000:

- 1) Viabilidad de la evolución hacia las IMT-2000 – Los Sectores UIT-R y UIT-T han hecho viable la evolución al otorgar la flexibilidad suficiente en sus Recomendaciones IMT-2000 contemplando el conjunto más amplio posible de sistemas anteriores a las IMT-2000. Por supuesto, la preparación de la evolución de los sistemas anteriores a las IMT-2000 no actúa en perjuicio de las metas de las IMT-2000.
- 2) Rentabilidad de la evolución hacia las IMT-2000 – Los beneficios de evolucionar hacia las IMT-2000 deben contrastarse con el costo de ejecutar esta alternativa. Este costo seguiría existiendo si se evolucionara a otra norma más avanzada distinta de las IMT-2000. La UIT ha procurado por todos los medios posibles otorgar la máxima flexibilidad en sus Recomendaciones IMT-2000 para contribuir a minimizar el costo de la evolución hacia las IMT-2000.
- 3) Atractivo de la evolución hacia las IMT-2000 – La evolución hacia las IMT-2000 debe ser la solución más atractiva entre las diversas alternativas de modernización de los actuales sistemas de comunicaciones móviles. Por ello, las instancias decisorias deben comprender en la medida de lo posible el significado de las IMT-2000 y la mejora que suponen frente a los sistemas anteriores a las mismas.
- 4) Sensibilización sobre la evolución hacia las IMT-2000 – La sensibilización sobre las ventajas de la evolución hacia las IMT-2000 es importante para los que controlan o influyen en la orientación de las normas y sistemas anteriores a las IMT-2000 o en la atribución y utilización de espectro a corto y largo plazo.

A primera vista podría parecer que, hasta cierto punto, estos elementos gozan de distintas prioridades. Una consideración más detenida, no obstante, pone de manifiesto la importancia de cada uno de ellos y la necesidad de su presencia para que las instancias decisorias escojan este trayecto. Esta sensibilización junto con la información detallada que figura en el presente Informe, debe fomentar el debate en profundidad necesario para la sensibilización y detenida consideración de la evolución a las IMT-2000.

Los demás elementos clave, viabilidad, rentabilidad y atractivo de la evolución deben utilizarse como medidas para evaluar y resolver los problemas asociados a la evolución hacia las IMT-2000 de los sistemas anteriores a éstas.

Cuando se consideran los trayectos de transición de los sistemas actuales a las IMT-2000, resulta importante reconocer que tanto el punto de partida como el de destino son objetivos en movimiento. Las funcionalidades y capacidades de la red que constituyen el punto de partida de la transición irán evolucionando conforme ésta tenga lugar. Análogamente, las tecnologías objetivo de las IMT-2000 están en evolución y sometidas constantemente a mejoras en el transcurso del tiempo. El desarrollo de trayectos de transición específicos debe tener en cuenta estos aspectos.

## **9.2.1 Características de las tecnologías de acceso radioeléctrico y de redes básicas de las IMT-2000**

### **9.2.1.1 CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo**

Nombre en la UIT: CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo

Nombres comunes: UTRA FDD  
WCDMA  
UMTS

CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo permite atribuir códigos distintos a canales diferentes, sean de voz o datos, así como ajustar cada 10 ms el nivel de capacidad o la cantidad de espacio de código de cada uno de los canales. Esta tecnología permite implementar canales de tráfico de una gran anchura de banda gracias a la reducción del nivel del ensanchamiento necesario, al utilizar un código más corto. Los usuarios de los paquetes de datos pueden compartir los mismos códigos e intervalos de tiempo con otros usuarios, o la red puede asignar a los usuarios canales e intervalos de tiempo dedicados. CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo es un sistema de espectro ensanchado por secuenciación directa, eficiente desde el punto de vista espectral. Su ancha banda hace que el espectro disponible se traduzca en velocidades de datos muy altas. Esto supone una gran flexibilidad para gestionar muchos tipos de tráfico, entre ellos el de voz, el de datos en banda estrecha y el de datos en banda ancha. Con CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, los canales de datos pueden soportar un caudal de cresta de hasta 2,4 Mbit/s. Aunque el caudal exacto depende del tamaño de los canales que el operador decida habilitar y del número de usuarios activos en la red, los usuarios pueden esperar caudales de hasta 384 kbit/s.

El acceso por paquetes de alta velocidad en enlace descendente (HSDPA) es una tecnología que mejora el CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, ya que consigue velocidades de datos de cresta de 10 Mbit/s aproximadamente. HSDPA es totalmente compatible con CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo y se prevé que cualquier aplicación desarrollada para esta última tecnología pueda funcionar con HSDPA. HSDPA es uno de los objetivos de la versión 5 de las especificaciones 3GPP.

HSDPA permite alcanzar altas velocidades gracias a que utiliza modulación de orden superior, por ejemplo MAQ-16, codificación de errores variable y rápida adaptación del enlace a las condiciones radioeléctricas existentes, al ajustar la modulación y la codificación cuando es necesario. Por otra parte, HSDPA utiliza un mecanismo de planificación eficiente para determinar el usuario que ha de obtener los recursos. Por último HSDPA permite que los usuarios compartan canales de alta velocidad en el dominio del tiempo.

### **9.2.1.2 CDMA IMT-2000 con multiportadora**

Nombre en la UIT: CDMA IMT-2000 con multiportadora

Nombres comunes: CDMA2000 1X y 3X  
CDMA2000 EV-DO

CDMA IMT-2000 con multiportadora se ha diseñado como una evolución directa de la interfaz aérea cdmaOne<sup>®</sup>, con compatibilidad ascendente, que ofrece mejoras de capacidad vocal, calidad de la voz y cobertura, y puede ofrecer servicios de datos por paquetes de alta velocidad. CDMA IMT-2000 con multiportadora funciona en diversas bandas de frecuencias (450, 800, 1 700, 1 900 y 2 100 MHz).

CDMA IMT-2000 con multiportadora equilibra las asignaciones de código y la atribución de potencia para prestar servicios de voz y datos. CDMA2000 1X soporta entre 33 y 40 llamadas vocales simultáneas por sector en un solo canal FDD de 1,25 MHz. Gracias a un nuevo códec (EVRC-B) y a la compensación de interferencias en el microteléfono, puede manejar hasta 55 llamadas vocales. La mejora de 1X, 1X Avanzada, que se pondrá a la venta en 2010, potenciarán aún más la capacidad 2.3x gracias a la utilización del nuevo códec EVRC-B y a la introducción de la compensación de las interferencias en enlace ascendente

y en el descendente, a la diversidad de recepción móvil, a las funciones cuasi ortogonales (QOF) y a las mejoras en el enlace radioeléctrico tales como mejor control de potencia, terminación anticipada y supresión inteligente. Los canales de datos directo e inverso de CDMA 2000 pueden utilizar codificación turbo o convolucional. Para velocidades superiores, la codificación turbo ofrece un mecanismo de corrección de errores para la transmisión de datos que mejora la calidad de funcionamiento del sistema y su capacidad. Los canales de datos por paquetes de CDMA 2000 1X ofrecen velocidades de datos de hasta 307 Kbit/s. Otras nuevas características de CDMA IMT-2000 con multiportadora comprenden el funcionamiento del canal de mensajería rápido, la velocidad de transmisión variable y una estructura de canal que soporta varios servicios con distintas QoS. La opción CDMA2000 EV-DO, optimizada principalmente para servicios de datos, se ha diseñado para interoperar con las redes CDMA2000 1X y soportar datos de alta velocidad. CDMA2000 EV-DO incorpora un enlace directo de velocidad variable adaptable multiplexado por división del tiempo (TDM) que maximiza la velocidad de datos del usuario y el caudal del sector gracias a la asignación de toda la potencia de la BTS a un solo usuario en un momento determinado. La alta eficiencia de la implementación de la planificación sensible al canal y la eficacia de la diversidad multiusuario permite alcanzar las velocidades de datos más elevadas en un instante determinado. Además, los esquemas híbridos-ARQ que implementan la redundancia incremental, contribuyen a alcanzar la eficiencia máxima que de otro modo se malograría por la alta movilidad y variabilidad de la interferencia debida a la variabilidad de las condiciones del tráfico.

CDMA2000 1xEV-DO Rel. 0 soporta velocidades de datos de hasta 2,4 Mbit/s en el enlace directo y de 1,3 Mbit/s en el inverso. La norma más avanzada, 1xEV-DO Rev. A, ofrece velocidades de datos de cresta de hasta 3,1 Mbit/s en el enlace directo y 1,8 Mbit/s en el inverso, con una anchura de banda de 1,25 MHz. La elevada capacidad de datos de EV-DO se debe a la incorporación de esquemas de modulación de orden superior tales como MAQ-16, adaptación dinámica del enlace, modulación adaptable, redundancia incremental, diversidad multiusuario, diversidad en recepción, codificación turbo y otros mecanismos de control del canal.

CDMA2000 con multiportadora y EV-DO Rev. B acumulan varias portadoras 1xEV-DO Rev. A para ofrecer una calidad de funcionamiento superior en la entrega de multimedia, transmisiones bidireccionales de datos y servicios concurrentes basados en VoIP gracias a la actualización del soporte lógico y del físico. Al agregar varios canales Rev. A de 1,25 MHz, hasta 15 canales en una anchura de banda de 20 MHz, la multiportadora y Rev. B hacen posible que el tráfico de datos se curse por una anchura de banda superior, mejorando de este modo la velocidad de datos y su latencia, tanto en el enlace directo como en el inverso. EV-DO con multiportadora requiere una sencilla actualización del soporte lógico de Rev. A que triplica la velocidad de datos para todos los usuarios de la célula, alcanzando los 9,3 Mbit/s en el enlace directo y los 5,4 Mbit/s en el inverso, utilizando 3 portadoras en un canal de 5 MHz. Rev. B requiere una actualización del soporte físico y aumenta la velocidad de datos de cresta en el enlace directo hasta 14,7 Mbit/s.

Si se necesita una evolución de la red para satisfacer la demanda de servicios de datos de alta velocidad, pueden desplegarse portadoras CDMA2000 1X y CDMA2000 EV-DO, en cualquier combinación, para suministrar una combinación flexible de canales vocales de alta calidad y de servicios de datos de alta velocidad. Por ejemplo, en 5 MHz de espectro libre, el operador puede optar por lanzar dos portadoras CDMA2000 1X para voz y datos en paquetes, y una sola portadora CDMA2000 EV-DO dedicada exclusivamente a datos en paquetes de alta velocidad o, alternativamente, una sola portadora CDMA2000 1X y dos portadoras CDMA2000 EV-DO.

### 9.2.1.3 CDMA TDD IMT-2000

Nombre en la UIT: IMT-2000 CDMA TDD

Nombres comunes: UTRA TDD con alta velocidad de «segmentos» (3,84 Mchip/s)  
UTRA TDD con baja velocidad de «segmentos» (1,28 Mchip/s)  
(TD-SCDMA)  
UMTS

En las tecnologías CDMA TDD IMT-2000, las transmisiones por el enlace ascendente y el descendente utilizan la misma portadora dentro de la misma gama de frecuencias. Esta tecnología combina las técnicas CDMA y TDMA para separar los diversos canales de comunicación. De ahí que un determinado recurso

radioeléctrico venga caracterizado por un intervalo de tiempo y el código CDMA. Los intervalos de tiempo pueden asignarse para transportar canales por el enlace descendente o el ascendente. De este modo, la tecnología TDD puede funcionar en una banda no apareada, lo que significa que no es necesario disponer de una banda de frecuencias dúplex. Debido a la estructura del TDMA y al algoritmo de detección conjunta, que reducen significativamente la interferencia de otras señales CDMA que puedan estar presentes en el intervalo de tiempo, el sistema se comporta más bien como un sistema TDMA. En efecto, no experimenta los efectos negativos de la respiración de célula ni la necesidad de mantener un margen operacional para compensar la incertidumbre, ni tampoco la capacidad de traspaso con continuidad. Esto reviste particular interés en los escenarios de punto de acceso afectados por una pesada carga de datos y para las células de menor tamaño para soluciones en interiores (picoentornos) y exteriores (microentornos). Por otra parte, como los intervalos de tiempo para el enlace ascendente y el descendente pueden asignarse por separado, la tecnología CDMA TDD de las IMT-2000 resulta muy adecuada para el tráfico asimétrico. Cuando la velocidad de segmentos TDD funciona a 3,84 Mbit/s sólo se necesita un canal de 5 MHz. En el modo TDD, el grado de asimetría puede reasignarse rápidamente, lo que mejora globalmente la eficiencia operacional.

UTRA TDD (opción de 3,84 Mchip/s), cuya velocidad de segmentos es de 3,84 Mchip/s en un canal de 5 MHz de anchura de banda, o sea, la misma que la señal radioeléctrica UTRA FDD armonizada, permite un despliegue rentable, ya que puede potenciar la infraestructura de un despliegue exclusivamente FDD para ofrecer capacidad de escalabilidad para los puntos de acceso, cuando el tráfico combinado de voz y datos se soporte gracias a una arquitectura multicapa de macrocélulas, microcélulas y picocélulas. El espectro mínimo requerido sólo es la mitad de la anchura de banda del WCDMA funcionando en modo FDD, o sea que únicamente se requerirá un canal de 5 MHz cuando la velocidad de los segmentos TDD sea de 3,84 Mchip/s.

La tecnología TD-SCDMA es la versión de baja velocidad de segmentos de CDMA-TDD IMT-2000 y por tanto una tecnología de transmisión radioeléctrica para las comunicaciones IMT-2000. TD-SCDMA combina dos tecnologías: un sistema TDMA avanzado y un componente CDMA adaptable. TD-SCDMA se conoce también con el nombre de TDD de 1,28 Mchip/s o LCR (baja velocidad de segmentos) TDD, y utiliza una sola banda de 1,6 MHz para cada portadora. TD-SCDMA está concebido para funcionar en modo dúplex TDD con un periodo de 5 ms para las transmisiones por el enlace descendente y el ascendente. En un periodo, la trama se divide en siete intervalos de tiempo de tráfico que pueden asignarse flexiblemente a varios usuarios o a un solo usuario, cuando éstos necesiten varios intervalos de tiempo. Los principios de la tecnología TDD permiten que el tráfico sea ascendente (del terminal móvil a la estación base) o descendente (de la estación base al terminal móvil), utilizando la misma trama y distintos intervalos de tiempo. La tecnología TD-SCDMA gestiona servicios simétricos con conmutación de circuitos, tales como voz y vídeo, así como servicios asimétricos con conmutación de paquetes, tales como los flujos de datos de la Internet móvil. En el caso de los servicios asimétricos que utilizan el acceso a Internet, lo normal es que se transmitan elevados volúmenes de datos de la estación de base al terminal y se utilicen más intervalos de tiempo para el enlace descendente que para el ascendente. TD-SCDMA hace posible asignar los intervalos de tiempo en función de los cambios que sobrevengan en el módulo de servicio. TD-SCDMA está diseñado para ofrecer servicios de datos de alta velocidad (hasta 2 Mbit/s), puede utilizar las bandas de frecuencias disponibles y no necesita bandas apareadas, lo que significa que las transmisiones por el enlace ascendente y el descendente utilizan la misma portadora en intervalos de tiempo diferentes. Dotados de tecnologías como la antena inteligente, la detección conjunta, la sincronización de enlace ascendente y el paso de testigo, los sistemas TD-SCDMA pueden constituir una solución económica para la implementación, explotación y transición, con una elevada capacidad del sistema y una gran eficiencia en cuanto a la fragmentación de los recursos espectrales. Asimismo, TD-SCDMA puede implementarse para soportar varios escenarios radioeléctricos: cobertura rural y de zonas urbanas densamente pobladas, despliegues pico/micro y macro celulares, y paso de un entorno de movilidad peatonal a otro de rápida movilidad. Los sistemas TD-SCDMA pueden soportar la transmisión de datos con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes a alta velocidad, así como una elevada calidad vocal.

La red básica del sistema TD-SCDMA ha evolucionado desde la existente en GSM/GPRS/EDGE, dado que es la misma para los dos tipos de red básica en cuanto a elementos de red, arquitecturas de red y protocolos, es decir que TD-SCDMA está basada en el protocolo GSM-MAP. Si la red básica TD-SCDMA soporta la interfaz (Iu) entre la red de acceso y la red básica en el sistema TD-SCDMA y la interfaz (A) al mismo nivel estructural en la red GSM, estas dos redes de acceso podrían compartir la misma red básica. Pero, aunque no

la compartan, el protocolo MAP puede satisfacer la conexión entre las dos redes básicas. Justamente, cuando un usuario dotado de un terminal de modo dual itenera entre una red GSM y otra TD-SCDMA gestionadas por el mismo operador, la estrategia de itinerancia podría basarse en la misma red básica o en el interfuncionamiento entre las dos redes. Cuando los dos operadores tengan un acuerdo de itinerancia, los abonados podrán itinerar entre la red GSM/GPRS/EDGE y las redes SCDMA libremente si disponen de los terminales de modo dual.

La red básica TD-SCDMA ha definido totalmente la modificación entre sistemas. Cuando el móvil está en modo de reposo, puede itinerar entre las dos redes por el procedimiento de gestión de la posición. Cuando el móvil está en modo conectado, puede itinerar entre las dos redes gracias a la funcionalidad de traspaso entre sistemas.

#### **9.2.1.4 TDMA IMT-2000 de portadora única**

Nombre en la UIT: TDMA IMT-2000 de portadora única

Nombres comunes: EDGE  
GERAN

La tecnología denominada velocidades de datos mejoradas para evolución global (EDGE) se desarrolló con el fin de permitir que los operadores de TDMA, GSM y GPRS pudieran proporcionar servicios de la siguiente generación. EDGE utiliza los mismos canales radioeléctricos e intervalos de tiempo que GSM y GPRS, por lo cual no requiere más espectro. EDGE constituye una solución rentable para todos los operadores que desean pasar a las IMT-2000, y permite mayores velocidades de datos y una mayor eficiencia. Para ello se mejora la interfaz radioeléctrica y se reutilizan los demás elementos de la red, incluidos BSC, SGSN (nodo de soporte de servicio GPRS), GGSN (nodo de soporte de la pasarela GPRS) y HLR. De hecho, con los nuevos despliegues GSM/GPRS, EDGE se ha convertido en una simple actualización del soporte lógico de la BTS y del BSC, ya que los transceptores de estas redes ya soportan EDGE. La misma infraestructura mejorada del paquete GPRS soporta tanto GPRS como EDGE, por lo cual EDGE es plenamente compatible con GPRS y cualquier aplicación desarrollada para GPRS trabajará con EDGE. Una vez que los operadores han desplegado EDGE, pueden mejorar la capacidad de sus aplicaciones, desplegando en sus redes básicas el subsistema multimedia IP, subsistema que soportará también una red de acceso radioeléctrico CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, ya que ambos utilizan una red básica UMTS (evolucionada del) GSM.

Comparada con la tecnología GPRS, EDGE triplica la velocidad de datos y duplica la capacidad de datos. Aunque teóricamente EDGE puede proporcionar 59,2 kbit/s en cada uno de los ocho intervalos de tiempo, ya que añade una velocidad de red máxima de 473,6 kbit/s en ocho intervalos de tiempo, las velocidades de datos de usuarios reales se sitúan normalmente entre 130 y 192 kbit/s (parte útil del RLC) con dispositivos de cuatro intervalos de tiempo. Al enviar más datos en cada intervalo de tiempo, EDGE puede aumentar también la eficiencia espectral en un 150% respecto al GPRS con los esquemas de codificación 1 y 2, y en un 100% respecto al GPRS con los esquemas de codificación 1 a 4.

#### **9.2.1.5 FDMA/TDMA IMT-2000**

Nombre en la UIT: FDMA/TDMA IMT-2000

Nombre común: DECT

Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica IMT-2000 para la tecnología FDMA/TDMA se definen en un conjunto de normas del ETSI. Esta interfaz radioeléctrica se denomina telecomunicaciones inalámbricas mejoradas digitales (DECT). Las distintas capas se definen en diferentes partes de la norma de la interfaz común (CI). Esta norma especifica una interfaz radioeléctrica TDMA con dúplex por división en el tiempo (TDD). Las velocidades binarias de frecuencia radioeléctrica para los esquemas de modulación especificados son de 1,152 Mbit/s, 2,304 Mbit/s y 3,456 Mbit/s. La norma soporta conexiones simétricas y asimétricas, transporte orientado a la conexión y transporte de datos sin conexión, así como velocidades binarias variables de hasta 2,88 Mbit/s por portadora. La capa de red contiene los protocolos necesarios para el control de llamada, servicios suplementarios, servicios de mensajes orientados a la conexión, servicios de mensajes sin conexión y gestión de la movilidad, incluidos los servicios de seguridad y confidencialidad.

Aparte de la norma de la CI, las normas de perfil de acceso definen los requisitos mínimos de acceso a redes específicas y para el interfuncionamiento con las mismas. Por ejemplo, la norma del perfil de acceso genérico (GAP) define los requisitos de utilización del servicio vocal, y la norma del servicio radioeléctrico por paquetes DECT (DPRS) define los requisitos para el transporte de datos por paquetes.

El Informe Técnico TR 101 178 del ETSI, titulado «Guía de alto nivel sobre la normalización de las DECT», contiene una descripción de alto nivel de las características y de la forma en que las correspondientes normas del ETSI guardan relación con las distintas aplicaciones.

Esta interfaz radioeléctrica corresponde a una tecnología genérica de acceso radioeléctrico para las telecomunicaciones inalámbricas, y se trata de una tecnología de alta capacidad digital para células de grandes radios, desde algunos metros a varios kilómetros, dependiendo de la aplicación y del entorno. Esta interfaz permite proporcionar servicios telefónicos con calidad vocal y una amplia gama de servicios de datos, entre ellos la red digital de servicios integrados (RDSI) y los datos por paquetes. Asimismo, puede implementarse eficazmente con una gama de equipos que van desde los sencillos teléfonos inalámbricos residenciales a los grandes sistemas que proporcionan una gran diversidad de servicios de telecomunicación, entre otros, el acceso inalámbrico fijo.

Esta tecnología proporciona un amplio conjunto de protocolos con la flexibilidad necesaria para el interfuncionamiento de numerosas aplicaciones y redes. Por esta razón, las redes locales y públicas no forman parte de la especificación DECT.

#### **9.2.1.6 OFDMA TDD WMAN IMT-2000**

Nombre en la UIT: OFDMA TDD WMAN IMT-2000

Nombres comunes: WiMAX, WirelessMAN-OFDMA

La norma del IEEE correspondiente a OFDMA TDD WMAN IMT-2000, recibe el nombre de IEEE Std 802.16 y su desarrollo y mantenimiento es responsabilidad del Grupo de Trabajo IEEE 802.16 sobre acceso inalámbrico de banda ancha. Esta norma ha sido publicada por la IEEE Standards Association (IEEE-SA, *Asociación de Normas IEEE*) del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE, *Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos*).

La tecnología de la interfaz radioeléctrica especificada en la norma IEEE 802.16 es flexible y puede utilizarse en una amplia diversidad de aplicaciones, frecuencias de funcionamiento y entornos reglamentarios. IEEE 802.16 cuenta con especificaciones de varias capas físicas, una de las cuales se conoce como WirelessMAN-OFDMA. OFDMA TDD WMAN constituye un caso especial de WirelessMAN-OFDMA que especifica una interfaz radioeléctrica interoperable particular. OFDMA TDD WMAN aquí definida sólo funciona en modo TDD.

La interfaz radioeléctrica OFDMA TDD WMAN comprende las dos capas de red inferiores – la capa física (PHY) y la capa de control del enlace de datos (DLC). El elemento inferior de la DLC es la capa de control de acceso al medio (MAC); el elemento superior de la DLC es la capa de control del enlace lógico (LLC). La capa PHY utiliza acceso múltiple por división ortogonal de frecuencias (OFDMA) adecuada para ser utilizada en una asignación de canal de 5 MHz o 10 MHz. La MAC funciona con un protocolo orientado a la conexión diseñado para ser utilizado en una configuración punto a multipunto. Se ha concebido para transportar una amplia gama de servicios por conmutación de paquetes (normalmente por IP) permitiendo al mismo tiempo el control preciso e instantáneo de la asignación de recursos para poder efectuar la diferenciación de la calidad de servicio (QoS) de la clase portadora completa.

### **9.3 Transición de los sistemas analógicos (1G) (AMPS, NMT y TACS)**

Los operadores de los sistemas analógicos pueden efectuar la migración de sus sistemas a las IMT-2000 ya sea directamente o por migración previa a una tecnología digital anterior a las IMT-2000 y de ésta a las IMT-2000.

### 9.3.1 Transición a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo

Cuando hay espectro y recursos suficientes, los operadores AMPS pueden efectuar la migración de usuarios y/o servicios directamente a la técnica CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo.

Para los operadores de sistemas AMPS que prefieran la evolución, un trayecto lógico es la evolución a TDMA y desde ésta a las IMT-2000, ya que las interfaces aéreas de AMPS y TDMA utilizan canales de RF de 30 kHz, lo que hace posible el paso de AMPS a TDMA, canal a canal. Asimismo, TDMA (ANSI-136) soporta combinaciones de canales de control y canales de tráfico y analógicos y digitales, lo que facilita el trayecto de transición.

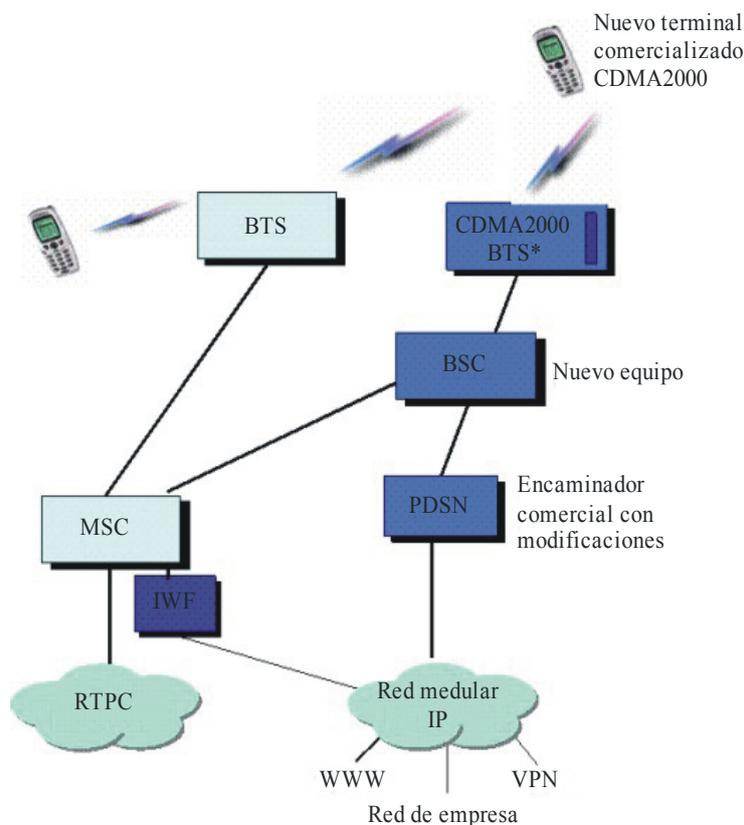
La evolución de la red básica es posible debido a que tanto AMPS como TDMA pueden funcionar en las redes básicas ANSI-41.

Una vez efectuada la transición de AMPS a TDMA, puede adoptarse una estrategia de superposición de GSM/GPRS para proporcionar un servicio común de datos por paquetes a los abonados del TDMA y a los abonados del GSM, puesto que muchos operadores TDMA han adoptado ya ese sistema, que los ha llevado a desplegar GSM MAP y a sentar las bases para realizar la transición hacia la tecnología CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo. Este trayecto hace posible que los operadores analógicos aprovechen la experiencia obtenida por muchos operadores TDMA en su transición hacia TDMA-SC IMT-2000 y CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo. Dicha estrategia permite también que un operador analógico emprenda un trayecto de transición ordenada utilizando tecnologías tales como GAIT que permite la itinerancia entre las redes GSM y las TDMA, efectuando así una transición en pequeños pasos incrementales, conforme se dispone de los recursos necesarios.

En Europa Occidental todos los sistemas NMT900, los sistemas TACS y algunos sistemas NMT450 ya han iniciado la transición hacia GSM. La transición de las redes NMT requirió una nueva red básica GMS-MAP, pese a que esta red se basa conceptualmente en la arquitectura de red básica-NMT.

### 9.3.2 Transición a CDMA IMT-2000 con multiportadora

Los sistemas AMPS se basan en los protocolos de red básica ANSI-41, que constituyen también el fundamento de las redes básicas CDMA IMT-2000 con multiportadora. Esto facilita una transición fácil y paulatina de los sistemas AMPS hacia las IMT-2000 con multiportadora, ya que puede volverse a utilizar la mayor parte de los elementos de red básica, lo que abarata el costo del despliegue. Para superponer el equipo CDMA IMT-2000 con multiportadora a estos sistemas analógicos, los operadores deben añadir nuevas estaciones de base, controladores de la estación de base y un nodo de soporte de datos en paquetes, así como actualizar los programas informáticos del centro de conmutación móvil. En la Figura 9.3.2 se indican los nuevos componentes que exige la transición de AMPS a CDMA2000. Muchos teléfonos portátiles CDMA soportan AMPS, motivo por el cual la liberación de espectro para añadir portadoras de RF CDMA2000 RF es prácticamente transparente para los abonados.

**Figura 9.3.2: Trayecto de migración de AMPS a CDMA IMT-2000 con multiportadora**


Deplo-IMT-03-4

Aunque los sistemas NMT no utilizan el protocolo de red básica ANSI-41, a algunos operadores NMT les ha resultado fácil efectuar la transición a CDMA2000 dentro de su banda de frecuencias NMT (450-470 MHz), identificada por la CMR-07 para las IMT. Una de las ventajas de la estación radioeléctrica dotada de CDMA IMT-2000 con multiportadora que funciona en la banda NMT, es su cobertura, mayor que la de la estación de base analógica NMT-450 de la misma frecuencia. Por consiguiente, un operador necesitará menos estaciones de base para proporcionar la misma cobertura. Asimismo, los transceptores de estación de base (BTS) CDMA IMT-2000 con multiportadora pueden situarse junto a los de las BTS NMT analógicas, lo que reducirá significativamente el costo del despliegue de la red.

La familia de sistemas de IMT-2000 con multiportadora consiste en un sistema CDMA2000 1X para velocidades vocales y velocidades de datos medias, de hasta 307 kbit/s, y un sistema CDMA2000 1xEV-DO para altas velocidades de datos en un único canal de 1,25 MHz, o velocidades superiores con canales agregados utilizando EV-DO Rev. B. Los operadores analógicos pre-IMT-2000 pueden optar por efectuar la transición primeramente a CDMA2000 1X y posteriormente superponer CDMA2000 1x-EV-DO en varias fases, dependiendo de la evolución de la capacidad de la red. La transición a CDMA2000 ofrece asimismo a los operadores analógicos un trayecto de transición con flexibilidad suficiente para prestar servicios IMT-2000 en las bandas de espectro que utilizan actualmente, lo que se traduce en sustanciales economías, ya que los sistemas CDMA2000 pueden evolucionar utilizando canales más estrechos de 1,25 MHz, lo que facilita el despliegue de tres portadoras CDMA en una anchura de banda de 5 MHz. Las redes CDMA se despliegan con un factor de reutilización de frecuencias de 1, en lugar de factores de reutilización más elevados, por ejemplo 7/21 ó 4/12, necesarios para las redes AMPS. Esto, a su vez le simplificará al operador la planificación de sus redes.

CDMA2000 permite también desplegar una red IMT-2000 en fases sucesivas, dependiendo de la banda de frecuencias de la que disponga el operador y de la evolución de red que haga necesaria la demanda de servicios de datos de alta velocidad. En aquellos casos en que se cuente con una banda limitada (normalmente de unos  $2 \times 5$  MHz en los sistemas NMT), el operador podrá desplegar sucesivamente servicios CDMA2000; esto es, dos portadoras CDMA2000 1X para voz y datos en paquetes, o una portadora CDMA2000 1X para voz y datos, así como una sola portadora CDMA2000 EV-DO dedicada exclusivamente a datos por paquetes de alta velocidad (hasta 3,1 Mbit/s para una sola portadora EV-DO o incluso más para portadoras EV-DO agregadas). La tecnología CDMA permite, igualmente, la fácil coexistencia entre las portadoras CDMA2000 y las NMT, con bandas de guarda suficientes. Esto hace posible una transición paulatina a las IMT-2000 con multiportadora y brinda al mismo tiempo el grado de flexibilidad suficiente para trabajar con portadoras existentes, sin que ello produzca interferencia alguna a ninguna portadora durante la transición. Los operadores CDMA2000 pueden ofrecer aplicaciones ricas en datos soportadas por los sistemas CDMA2000 tales como el acceso a Internet en banda ancha, servicios de mensajería multimedios (MMS) y video completo. La transición a CDMA2000 brinda a los operadores analógicos la posibilidad de lanzar aplicaciones avanzadas, comercialmente disponibles, con relativa rapidez y en condiciones de rentabilidad aceptables.

### 9.3.3 Transición a TDMA IMT-2000 de portadora única

Para los operadores de sistemas AMPS que deseen desplegar la tecnología TDMA de portadora única, un trayecto lógico comienza con la transición a TDMA, ya que las interfaces aéreas AMPS-TDMA utilizan canales de RF de 30 kHz, lo que hace posible la transferencia de AMPS a TDMA canal por canal. Asimismo, TDMA (ANSI-136) soporta combinaciones de canales de control y canales de tráfico analógicos y digitales, lo que facilita la transición. Es posible asignar canales de tráfico digitales TDMA a partir de canales de control analógicos, y pueden asignarse canales vocales analógicos a partir de canales de control digitales. Dado que AMPS y TDMA comparten el mismo canal RF de 30 kHz, cabe la posibilidad de proceder a la sustitución, TRX por TRX, utilizando las mismas estaciones de base.

La evolución de las redes básicas es posible, ya que AMPS y TDMA pueden explotarse en redes básicas ANSI-41.

Una vez que se ha desplegado TDMA, es posible añadir un componente de red basada en paquetes, utilizando GPRS y añadiendo canales radioeléctricos de 200 kHz. A continuación, es posible utilizar la misma red medular de paquetes GPRS para la evolución hacia TDMA IMT-2000 de portadora única. Opcionalmente, cabe la posibilidad de superponer GSM sobre el sistema TDMA, lo que permite pasar a explotar inmediatamente GSM/GPRS/EDGE en las mismas o diferentes bandas de frecuencias, garantizándose así una transición paulatina, y mejorándose las oportunidades de itinerancia de los usuarios.

## 9.4 Transición de los sistemas TDMA/D-AMPS

TDMA ANSI-136 es una de las normas dominantes pre-IMT-2000 desplegadas en todo el continente de las Américas. Los operadores TDMA tienen varias opciones a la hora de efectuar la transición hacia las IMT-2000, por ejemplo, efectuar la transición a TDMA IMT-2000 de portadora única/UWC-136, a CDMA IMT-2000 con multiportadora o a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo.

### 9.4.1 Transición a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo

Muchos de los principales operadores TDMA están desplegando el acceso radioeléctrico GSM/GPRS/EDGE con superposición y las redes básicas correspondientes. El trayecto de migración/transición<sup>10</sup> basado en GSM ofrece a los operadores TDMA la posibilidad de desplegar la combinación GPRS, EDGE y CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo que más se ajuste a sus necesidades facilitando de este modo la migración/transición simplificada a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo como una alternativa de futuro, de no seleccionarse como opción inicial.

<sup>10</sup> La expresión «migración/transición» se utiliza para el cambio efectuado al evolucionar y migrar.

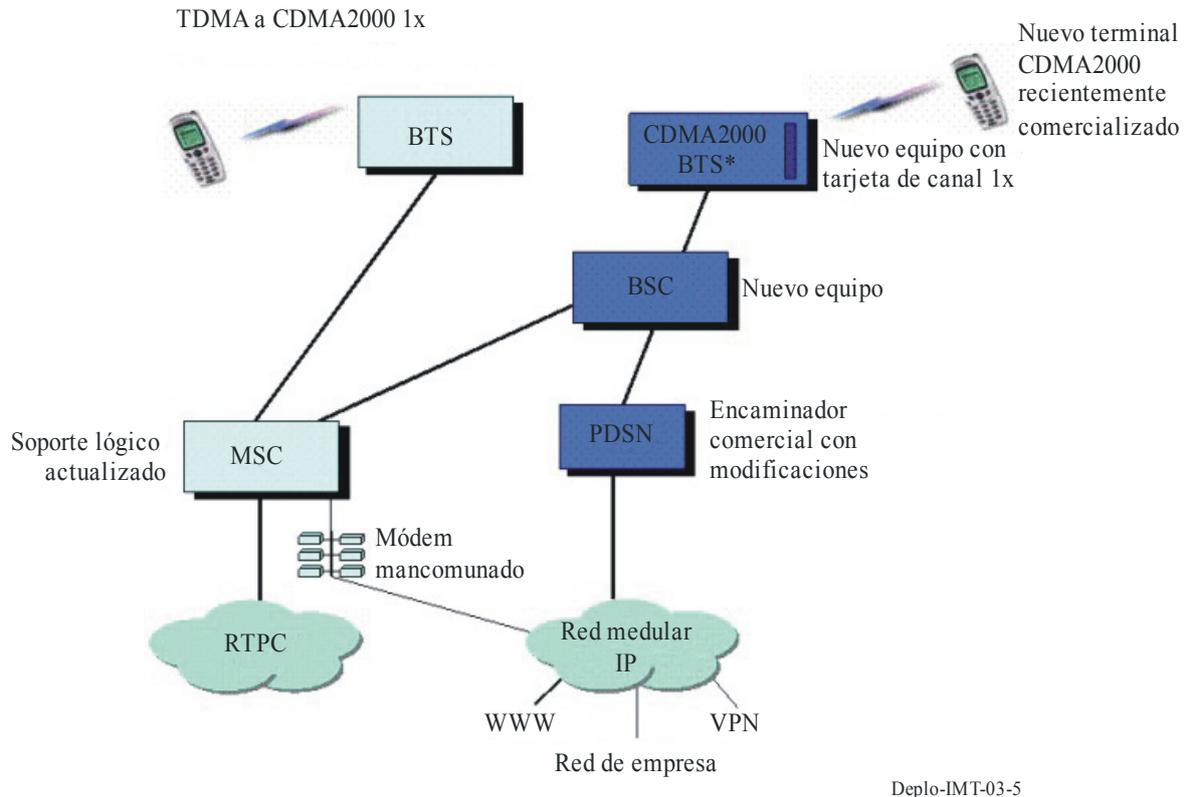
La migración/transición a CDMA IMT-2000 con ensachamiento directo a partir de un sistema TDMA con GSM superpuesto hace necesario desplegar una nueva red de acceso radioeléctrico, pero existen varios factores que facilitan dicho despliegue. Primeramente, hay que señalar que la mayoría de los emplazamientos de las células CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, pueden coincidir con los de las células GSM. En segundo término, es necesario mencionar el hecho de que es posible utilizar gran parte de la red básica GSM/GPRS. Si bien la SGSN debe actualizarse, el centro de conmutación móvil exige únicamente una simple actualización y la GGSN se mantiene sin cambios.

Otra solución en lo que respecta a TDMA es efectuar la migración/transición directamente a servicios IMT-2000 a través de las tecnologías CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo y HSDPA. En este caso habrá que proceder a desplegar una superposición de CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, semejante a la superposición de GSM antes descrita.

#### **9.4.2 Transición a CDMA IMT-2000 con multiportadora**

Los operadores de sistemas digitales TDMA pre-IMT-2000 (ANSI-136, ANSI-54) pueden efectuar un trayecto de migración/transición paulatino y fácil hacia las IMT-2000 con multiportadora. Los sistemas digitales TDMA se basan en el protocolo ANSI-41, que es una red básica comúnmente utilizada por la familia CDMA2000 que forma la CDMA IMT-2000 con multiportadora. La red básica común puede potenciarse mediante una migración/transición a la CDMA IMT-2000 con multiportadora, lo que exige únicamente que los operadores añadan estaciones de base CDMA2000 y controladores de estación de base (BSC), programas informáticos de actualización en el centro de conmutación móvil (MSC) y añadan un nodo de soporte de datos en paquetes. Asimismo, los transeptores de la estación de base (BTS) con tecnología CDMA IMT-2000 con multiportadora pueden situarse junto a los BTS TDMA abaratando significativamente el costo de despliegue de la red. La Figura 9.4.2 indica los nuevos componentes necesarios para la migración/transición de TDMA a CDMA2000. La migración/transición CDMA2000 brinda también a los operadores TDMA una amplia gama de microteléfonos de bajo costo, así como una tecnología madura y una infraestructura de bajo costo. Los operadores pueden obtener, por otra parte, una ingeniería de red sencilla, ya que las redes CDMA se despliegan con un factor de reutilización de frecuencias de 1, en vez de los factores más elevados de reutilización, tales como 7/21 ó 4/12, que exigen las redes TDMA. Asimismo, los microteléfonos CDMA permiten a los usuarios finales la itinerancia de una red CDMA2000 1X parcialmente construida al lado AMPS de una red TDMA-AMPS. Esto, a su vez, le simplifica al operador la planificación de su red.

La familia de sistemas IMT-2000 con multiportadora está integrada por el sistema CDMA2000 1X para velocidad de voz y velocidades de datos medias, de hasta 307 kbit/s, y CDMA2000 1xEV-DO para altas velocidades de datos de hasta 3,1 Mbit/s en un único canal de 1,25 MHz, o velocidades superiores de hasta 14,7 Mbit/s, con canales agregados utilizando EV-DO Rev. B. Los operadores TDMA pueden efectuar primeramente la transición a CDMA2000 1X y superponer a continuación CDMA2000 1xEV-DO en varias fases, dependiendo de la evolución de la capacidad de la red. Esta transición ofrece también a los operadores la flexibilidad suficiente para implementar servicios IMT-2000 en el espectro que utilizan, lo que les permitirá reducir sustancialmente sus costos, ya que estos sistemas pueden evolucionar con canales más estrechos de 1,25 MHz, que facilita el despliegue de tres portadoras CDMA en una anchura de banda de 5 MHz.

**Figura 9.4.2: Trayecto de transición de TDMA a CDMA IMT-2000 con multiportadora**

La transición a CDMA2000 brinda también la posibilidad de optar por una evolución en fases durante la cual se libere espectro para efectuar la migración/transición. Esto permite a los operadores ampliar sus redes IMT-2000 en sucesivas etapas, dependiendo de la banda de frecuencias disponible y la evolución de la red en respuesta a la demanda de servicios de datos de alta velocidad. Durante la transición, los operadores CDMA pueden coexistir sin ningún problema con los operadores TDMA, lo que favorece un trayecto de migración/transición paulatino. Los sistemas CDMA y TDMA han coexistido durante algún tiempo y se han desarrollado muchas técnicas para reducir la repercusión de esta coexistencia.

Cuando se trata de que una red evolucione para responder a la demanda de servicio de datos a gran velocidad, es posible desplegar la combinación deseada de portadoras CDMA2000 1X y CDMA2000 EV-DO, para proporcionar una mezcla flexible de canales vocales de alta calidad y servicios de datos de alta velocidad. Asimismo, pueden añadirse portadoras CDMA a medida que la demanda aumente. Esto permitirá una migración/transición paulatina a las IMT-2000 con multiportadora, y dará al mismo tiempo flexibilidad suficiente para funcionar con las portadoras existentes sin interferencia entre las mismas durante la transición. Gracias a esta migración/transición, los operadores CDMA pueden acrecentar significativamente la capacidad de voz y empezar a ofrecer aplicaciones ricas en datos soportadas por sistemas CDMA2000, tales como el acceso en banda ancha, servicios de mensajería multimedia (MMS) y vídeo. La migración/transición CDMA2000 brinda a los operadores TDMA la posibilidad de lanzar en un plazo relativamente breve y en condiciones de rentabilidad, aplicaciones comerciales.

### 9.4.3 Transición a TDMA IMT-2000 de portadora única

La comunidad TDMA (representada por 3G Americas y GSMNA) ha decidido evolucionar a UWC-136/TDMA IMT-2000 de portadora única. Muchos de los principales operadores están desplegando acceso radioeléctrico GSM/GPRS/EDGE y sus correspondientes redes básicas con superposición. El trayecto de transición basado en GSM hacia la TDMA IMT-2000 de portadora única ofrece a los operadores TDMA

la oportunidad de escoger y desplegar la combinación de GPRS, EDGE, CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo y/o CDMA TDD (código de tiempo) IMT-2000 como opciones de futuro.

La transición de los sistemas TDMA y TDMA con GSM superpuesto a la TDMA IMT-2000 de portadora única introduce mejoras constantes en cuanto a capacidad y eficiencia. Esta transición puede hacerse en varias fases, a saber, añadiendo primeramente GSM/GPRS y posteriormente EDGE; o puede efectuarse agregando GSM/GPRS/EDGE en una sola fase de actualización, como han hecho algunos operadores de América del Norte. Para mayor flexibilidad, es posible también agregar posteriormente la red de acceso radioeléctrico con tecnología CDMA IMT-2000 de ensanchamiento directo y después proceder a introducir mejoras de capacidad evolucionadas, tales como HSDPA. Por ejemplo, aunque en un principio un operador podría desplegar GSM/GPRS/EDGE en la zona para la que tenga licencia, podría implementar a continuación CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo únicamente en las ciudades principales de dicha zona y transferir a sus clientes a sus redes EDGE o GPRS cuando éstos viajen fuera de la zona de cobertura de los equipos CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo.

No es necesario que los operadores TDMA dejen de explotar sus redes para iniciar el despliegue de GSM. Los operadores TDMA que han elegido el trayecto de evolución GSM se encuentran desplegando redes superpuestas que potencian las instalaciones existentes en los emplazamientos de las células, los transportes de interfuncionamiento y los recursos del emplazamiento central. Estos operadores han desplegado GSM y GPRS simultáneamente. Dependiendo de cual sea el fabricante de sus infraestructuras y de la edad de sus equipos, es posible que un operador incremente la capacidad de los centros de conmutación móvil (MSC) TDMA de manera suficiente para liberar uno o más MSC, que pueden actualizarse acto seguido con programas informáticos para soportar GSM. En la red radioeléctrica es frecuente que el equipo de estación base GSM pueda compartir las antenas TDMA.

Para desplegar GPRS, un operador GSM añade una infraestructura básica de paquetes, que consta de dos tipos de elemento: GGSN y nodos de soporte de servicio GPRS (SGSN). Estos elementos constituyen el fundamento de la futura migración, ya que se reutilizan a medida que el operador añade EDGE y CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo. En el emplazamiento de la célula el equipo de la estación de base GSM se actualiza con programas informáticos y tarjetas de canal para soportar GPRS. En muchas redes GSM/GPRS, EDGE sólo necesita una actualización del soporte lógico de los BTS y del BSC, ya que los transceptores en estas redes ya soportan EDGE. Otros operadores podrían sustituir sus equipos, aprovechando los nuevos tipos de estaciones de base que admiten varias combinaciones de GSM, GPRS, EDGE y CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, simultáneamente, y les brindan el suficiente margen de flexibilidad para dedicar más recursos a un determinado servicio, si aumenta su demanda.

Para proporcionar más aplicaciones de datos a gran velocidad, aparte de los soportados por GPRS, los operadores pueden desplegar EDGE (velocidades de datos ampliadas para la evolución del GSM). EDGE forma parte de la interfaz radioeléctrica con tecnología de TDMA IMT-2000 de portadora única y mejora en mayor medida esta interfaz radioeléctrica GSM/GPRS, adoptando una nueva tecnología de modulación para lograr velocidades de datos más elevadas, utilizando el espectro radioeléctrico con el que cuentan ya los operadores. La normalización de la GERAN (red de acceso radioeléctrico GSM/EDGE) en el 3GPP incluye mecanismos avanzados de calidad de servicio que permiten a los sistemas EDGE ofrecer prácticamente todos los servicios 3G, aunque con una velocidad de datos limitada respecto a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo. Para mejorar aún más EDGE, los operadores podrían desplegar el subsistema multimedia IP en sus redes básica, que soportará también una red de acceso radioeléctrico CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo. Esto brindaría a los operadores la flexibilidad necesaria para desplegar CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo con el fin de complementar EDGE con transparencia de servicio. EDGE es una solución encaminada a ofrecer servicios IMT-2000 con los recursos espectrales de que se disponía antes de las IMT-2000.

## **9.5 Transición del PDC**

### **9.5.1 Transición a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo**

La mayoría de los operadores móviles japoneses han estado utilizando el PDC (sistema celular digital personal) que, según las normas japonesas, funciona en las bandas 800 MHz y 1,5 GHz. La norma PDC se basa en una interfaz aérea TDMA y una red básica específica de Japón a través de las cuales se prestan

servicios de transmisión de voz y datos por paquetes a una velocidad máxima de 28,8 kbit/s. Casi todos los abonados emplean terminales avanzados que les permiten recibir servicios móviles de Internet. Se concedieron licencias 3G a tres operadores en Japón, dos de los cuales, NTT DoCoMo y J-PHONE (actualmente denominado Soft Bank Mobile), escogieron el sistema CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo y ya han comenzado a prestar servicios comerciales. Es preciso instalar dos redes independientes para PDC y CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo para lograr la compatibilidad.

En lo que respecta a la instalación del sistema CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, resultó muy complicado crear emplazamientos independientes para las células de los sistemas 3G debido a que los operadores ya habían instalado antenas PDC en numerosos edificios para poder prestar servicios de gran calidad a un elevado número de abonados (más de 46 millones en 2000). Por consiguiente, los operadores instalaron las antenas para el sistema 3G en los mismos sitios que las de PDC, montando antenas de doble o triple banda y estaciones de base de tamaño reducido con objeto de ganar espacio y reducir el peso.

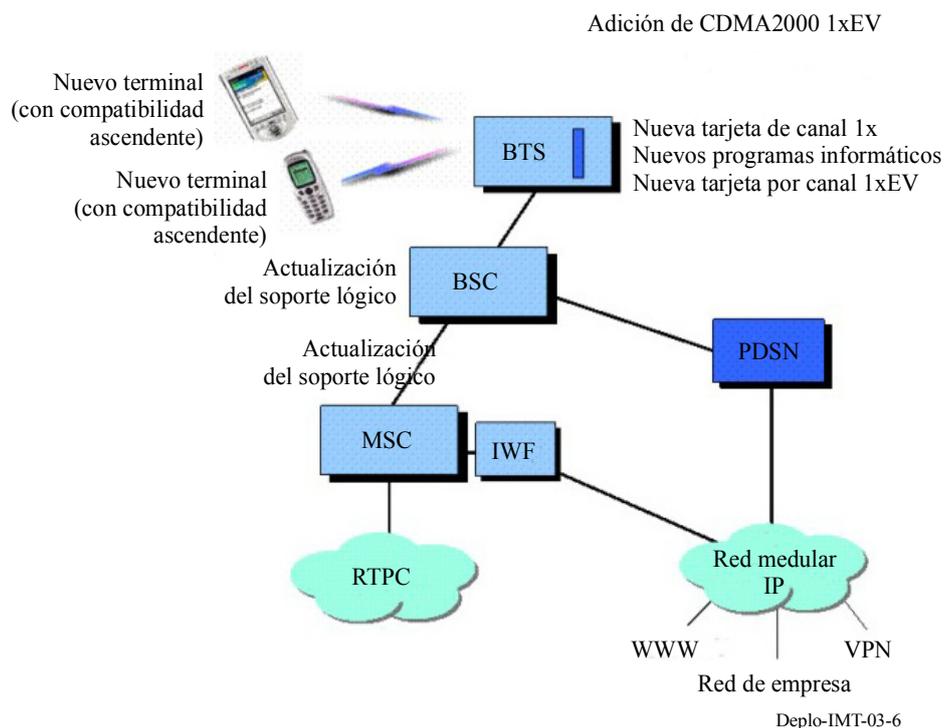
### **9.5.2 Transición a CDMA IMT-2000 con multiportadora**

Otro operador de PDC en Japón, KDDI, escogió el sistema CDMA IMT-2000 con multiportadora. Debido a que los sistemas PDC y CDMA IMT-2000 con multiportadora cuentan con interfaces aéreas y protocolos de red básica diferentes, la transición de PDC hacia el sistema de CDMA IMT-2000 con multiportadora se llevó a cabo por medio de cdmaOne (CDMA ANSI-95 A/B). Al principio, el operador PDC inició el nuevo sistema en bandas de frecuencia distintas de las de PDC o idénticas a ellas, y, a continuación, finalizó la transmisión de portadoras del servicio PDC. El operador compartió algunos de los equipos como, por ejemplo, la caseta de la estación de base, el suministro de energía eléctrica, la antena, el equipo de RF, etc., para la explotación dual de ambos sistemas, PDC y CDMA IMT-2000 con multiportadora. En el § 9.6.1 se explica el proceso de transición de cdmaOne hacia CDMA IMT-2000 con multiportadora.

## **9.6 Transición de los sistemas cdmaOne**

### **9.6.1 Transición a CDMA IMT-2000 con multiportadora**

Los operadores de sistemas digitales pre-IMT-2000 cdmaOne (CDMA ANSI-95 A/B) pueden evolucionar fácilmente y de manera directa hacia CDMA IMT-2000 con multiportadora. Esta tecnología se diseñó para que fuese plenamente compatible con su predecesora, cdmaOne y que de este modo los requisitos de evolución del sistema fuesen más simples que los de otros sistemas.

**Figura 9.6.1: Trayecto de evolución de cdmaOne a CDMA2000 IMT-2000 con multiportadora**

La familia de sistemas IMT-2000 con multiportadora está integrada por un sistema CDMA2000 1X para velocidades vocales y velocidades de datos medias, de hasta 307 kbit/s, un sistema CDMA2000 1xEV-DO para altas velocidades de datos de hasta 3,1 Mbit/s en un solo canal de 1,25 MHz, o velocidades superiores, de hasta 14,7 Mbit/s, con canales agregados utilizando EV-DO Rev. B. Los operadores pueden superponer CDMA2000 1X y CDMA2000 EV-DO en varias fases, dependiendo de la evolución que requiera la capacidad de la red. La evolución hacia CDMA2000 ofrece a los operadores cdmaOne la flexibilidad necesaria para prestar servicios IMT-2000 en el espectro que utilizan actualmente, lo que abarata significativamente los costos, ya que estos sistemas pueden evolucionar con canales más estrechos, de 1,25 MHz, facilitándose así el despliegue de tres portadoras CDMA en una anchura de banda de 5 MHz.

Todas las revisiones de la interfaz aérea CDMA2000 proporcionan plena compatibilidad ascendente con cdmaOne. La familia de sistemas CDMA2000 incorpora varias innovaciones, por ejemplo vocodificadores en modo seleccionable (SMV), canales que permiten una rápida radiobúsqueda, canales suplementarios de alta velocidad, control de potencia del enlace inverso y la inserción de una señal piloto, lo que hace que estos sistemas puedan entregar capacidades vocales mejoradas y elevadas velocidades de datos, garantizándose al mismo tiempo la aplicabilidad de procedimientos en modo desactivado que redundan en una mayor vida útil de los microteléfonos. Para superponer un sistema CDMA2000 a un sistema cdmaOne, lo único que debe hacer el operador es actualizar el soporte lógico del controlador de la estación de base y del centro de conmutación móvil, añadir nuevas tarjetas de canal y programas informáticos en la estación de base, y un nodo de soporte de datos en paquetes. En la Figura 9.6.1 puede verse el trayecto de evolución de cdmaOne hacia CDMA2000.

Los operadores cdmaOne pueden doblar prácticamente la capacidad vocal de sus redes, si evolucionan hacia CDMA2000. CDMA2000 1X soporta entre 33 y 40 llamadas vocales simultáneas por sector en un solo canal FDD de 1,25 MHz. Gracias a un nuevo códec (EVRC-B) y a un sistema de compensación de interferencias en el microteléfono, puede manejar hasta 55 llamadas vocales. Las mejoras introducidas por 1X y 1X avanzado potenciarán aún más la capacidad 2.3 x gracias a la utilización del nuevo códec EVRC-B y a la introducción del mecanismo de compensación de interferencias en los enlaces ascendente y descendente, la

diversidad de la recepción móvil, las funciones cuasi ortogonales (QoF) y las mejoras en el radioenlace tales como la mejora del control de potencia, la terminación anticipada y la supresión inteligente. La superposición de CDMA2000 1xEV-DO ofrece un trayecto de evolución para velocidades de datos muy altas soportando el acceso en banda ancha, servicios de mensajería multimedios (MMS) y vídeo de alta calidad. La evolución a CDMA2000 1xEV-DO ofrece un marco flexible para la entrega de QoS en servicios de datos gracias a una amplia gama de velocidades de datos y de tipos de paquetes. Los protocolos se han diseñado para ofrecer la funcionalidad de transferencia virtual sin solución de continuidad en una zona de servicio para los servicios de datos en paquetes así como el interfuncionamiento sin solución de continuidad con el enlace aéreo CDMA2000 1X. La inclusión de un canal de mensajería rápida mejora el tiempo de espera significativamente.

La familia de tecnologías CDMA2000 permite pues una evolución paulatina de los sistemas cdmaOne a las IMT-2000 con multiportadora, garantizándose así una mayor capacidad vocal para soportar un número más elevado de usuarios finales y altas velocidades de datos en paquetes, lo que hace posible, a su vez, contar con nuevas y mejores aplicaciones para soportar el entorno de servicios de las IMT-2000. CDMA2000 ofrece a los operadores CDMA la posibilidad de lanzar aplicaciones avanzadas comercialmente disponibles con rapidez y rentabilidad sin interrumpir los servicios prestados a sus abonados. quickly in a cost-effective manner without an interruption of services to their customers.

## **9.7 Transición de los sistemas GSM**

La industria GSM ha definido de manera lógica, estructurada y normalizada un trayecto de transición hacia las IMT-2000 que incluye la posibilidad de efectuarla actualizando GSM/GPRS/EDGE, introduciendo CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, o implementando ambos trayectos. Esta flexibilidad brinda a los operadores un conjunto excepcional de estrategias opcionales de despliegue para responder de manera óptima a sus necesidades en cuanto a redes tradicionales, capacidad, disponibilidad de espectro y ritmo de asimilación de los nuevos servicios por parte del mercado.

El sistema original GSM, que fue pensado para soportar servicios básicos vocales y de datos, consiste en una red básica de conmutación de circuitos que proporciona encaminamiento a las llamadas a los abonados móviles, el subsistema de estación de base para el acceso radioeléctrico y la estación móvil. Uno de los factores más importantes que explican el éxito de la tecnología GSM viene dado por las interfaces de norma abierta que ha permitido que todos los fabricantes puedan suministrar cualquier elemento de la red y que en todo el mundo los operadores desplieguen los sistemas multifabricante que hayan elegido.

Para mejorar las capacidades de datos de esta versión original de la tecnología GSM, puede añadirse el servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS). Esto proporciona una conexión de alta velocidad «siempre en funcionamiento» (hasta 171 kbit/s) con las redes de datos en paquetes, que se adecuan al tráfico en ráfagas, por ejemplo el de Internet y la World Wide Web, sea directamente o a través de portales de operador. Como con GPRS la red básica queda mejorada, es posible pasar al dominio de la conmutación de paquetes, añadiendo nuevos elementos de red conectados por IP. Esta ampliación de la red básica sienta las bases para desplegar una red básica común tanto para TDMA IMT-2000 de portadora única como para CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo.

### **9.7.1 Transición a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo**

Los operadores GSM pueden optar por efectuar la transición de sus redes directamente a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, así como a través de EDGE. El trayecto de GSM a CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo está perfectamente definido, y comienza con un sistema GPRS (y/o EDGE), para pasar luego a CDMA con ensanchamiento directo. GPRS constituye, lógicamente, un paso intermedio, ya que la red básica es la que se requiere para CDMA con ensanchamiento directo. Es muy probable que los operadores que dispongan de nuevo espectro para CDMA con ensanchamiento directo y tengan la apremiante necesidad de capacidad adicional para prestar nuevos servicios, desplieguen WCDMA. La calidad de CDMA con ensanchamiento directo en cuanto a la velocidad de datos mejorará con HSDPA (acceso en paquetes de alta velocidad en el enlace descendente). Asimismo, estos operadores pueden optar por actualizar su equipo radioeléctrico GSM/GPRS con EDGE como tecnología complementaria en las zonas de menos tráfico.

Para los operadores GSM, los cuales representan la gran mayoría de los operadores pre-IMT-2000 de los países en desarrollo, el trayecto más adecuado, conveniente y de más futuro hacia las IMT-2000 es la evolución a GERAN y la mejora del acceso radioeléctrico con UTRAN. Hay que señalar, que GERAN y UTRAN están armonizadas para prestar el servicio con transparencia. Esto hace posible prestar el servicio sin solución de continuidad al utilizar la misma red básica, procedimientos de transferencia normalizados, etc. La evolución del sistema GSM a GERAN/UTRAN comprende la evolución de las redes básicas MAP y GPRS.

Los sistemas CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo brindan ventajas de capacidad vocal, debido principalmente a las ventajas que ofrece la promediación de la interferencia facilitada por su tecnología de espectro ensanchado por división del código, a lo que hay que añadir el estricto control de potencia que hace posible. Una mejora sobre el GPRS consiste en que los canales de control, que normalmente transportan datos de señalización, pueden transportar igualmente pequeñas cantidades de datos en paquetes, lo que reduce el tiempo de establecimiento de la comunicación de datos. Si bien CDMA con ensanchamiento directo no reemplazará necesariamente GPRS ni EDGE, coexistirá, de hecho, con dichos sistemas y puede desplegarse junto con éstos sobre una red básica común.

Debido a su capacidad de salto de frecuencia, GSM puede considerarse como un sistema de espectro ensanchado basado en el acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA). El ensanchamiento CDMA IMT-2000 es un sistema de espectro ensanchado en secuencia directa. Desde el punto de vista espectral, resulta más eficiente que GSM, ya que por ser un sistema de banda ancha ofrece una ventaja más, a saber, la posibilidad de traducir la disponibilidad de espectro en altas velocidades de datos. Esto redundará en la flexibilidad a la hora de gestionar diferentes tipos de tráfico: vocal, datos en banda estrecha, datos en banda ancha, etc. En un sistema CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo los canales de datos pueden soportar un caudal máximo de datos de hasta 2,4 Mbit/s. Aunque el caudal de que se trate dependerá del tamaño de los canales que habilite el operador y del número de usuarios activos en la red, éstos pueden esperar caudales de hasta 384 kbit/s.

Los sistemas CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo cuentan con mejores tecnologías de acceso radioeléctrico basadas en WCDMA, y ofrecen velocidades binarias más elevadas (de hasta 14,2 Mbit/s).

En el Cuadro 9.7.1 se resumen las ventajas de estas mejoras.

**Cuadro 9.7.1: Ventajas resultantes de la elección de determinadas tecnologías en el proceso de transición hacia CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo**

Tecnología	Ventajas
GSM/GPRS con esquemas de codificación 1 a 2	El servicio de datos en paquetes IP se presta con caudales eficaces de hasta 40 kbit/s para dispositivos de cuatro intervalos
GSM/GPRS con esquemas de codificación 1 a 4	Incluye una opción para que los operadores aumenten en un 33% las velocidades correspondientes al servicio GPRS
GSM/GPRS/EDGE	La tecnología de tercera generación triplica las velocidades de datos GPRS y duplica la eficiencia espectral
CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo	Soporta servicios flexibles e integrados de voz y datos a velocidades punta de 2 Mbit/s
HSDPA	Una mejora de CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo, con total compatibilidad ascendente. HSDPA ofrece velocidades de datos de cresta de 14,2 Mbit/s

### 9.7.2 Transición a CDMA TDD IMT-2000 (codificación de tiempo)

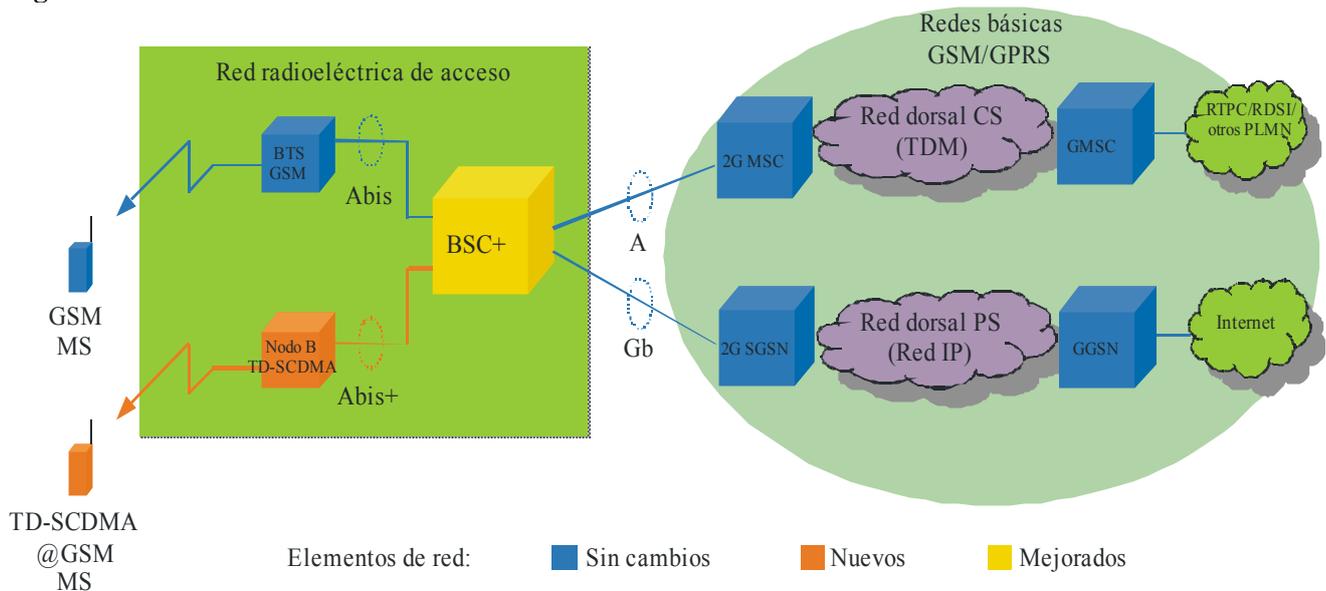
Uno de los posibles trayectos de transición, en el que se reutiliza una red GSM existente, consiste en a través de CDMA TDD IMT-2000 (codificación de tiempo), esto es TD-SCDMA. El proceso de dicha transición de GSM a TD-SCDMA puede dividirse en dos fases de mejora gradual.

#### Fase 1

TD-SCDMA constituye una opción de migración/transición de las redes existentes GSM/GPRS a las redes IMT-2000. Un operador GSM/GPRS que no utilice grandes porciones de las bandas TDD disponibles (bandas TDD no apareadas) puede introducir la red de acceso radioeléctrico (RAN) TD-SCDMA sin dejar por ello de utilizar la red básica GSM/GPRS existente.

En primer lugar se actualiza el soporte lógico del BSC GSM/GPRS para pasarlo a BSC+, que soporta el subsistema radioeléctrico TD-SCDMA. Acto seguido, las nuevas estaciones de base TD-SCDMA (Nodo\_B) pueden conectarse al BSC GSM/GPRS actualizado, para ofrecer un servicio basado en infraestructura de red GSM/GPRS. Paralelamente se actualiza la interfaz Abis a Abis+. No es necesario introducir ninguna modificación en las interfaces existentes A y Gb. Esta integración de una interfaz aérea IMT-2000 en una infraestructura GSM/GPRS existente y estable, permite disponer rápidamente de gran capacidad en el sistema sin necesidad de desplegar una infraestructura de red básica absolutamente nueva.

**Figura 9.7.2-1: Fase 1 de la transición**



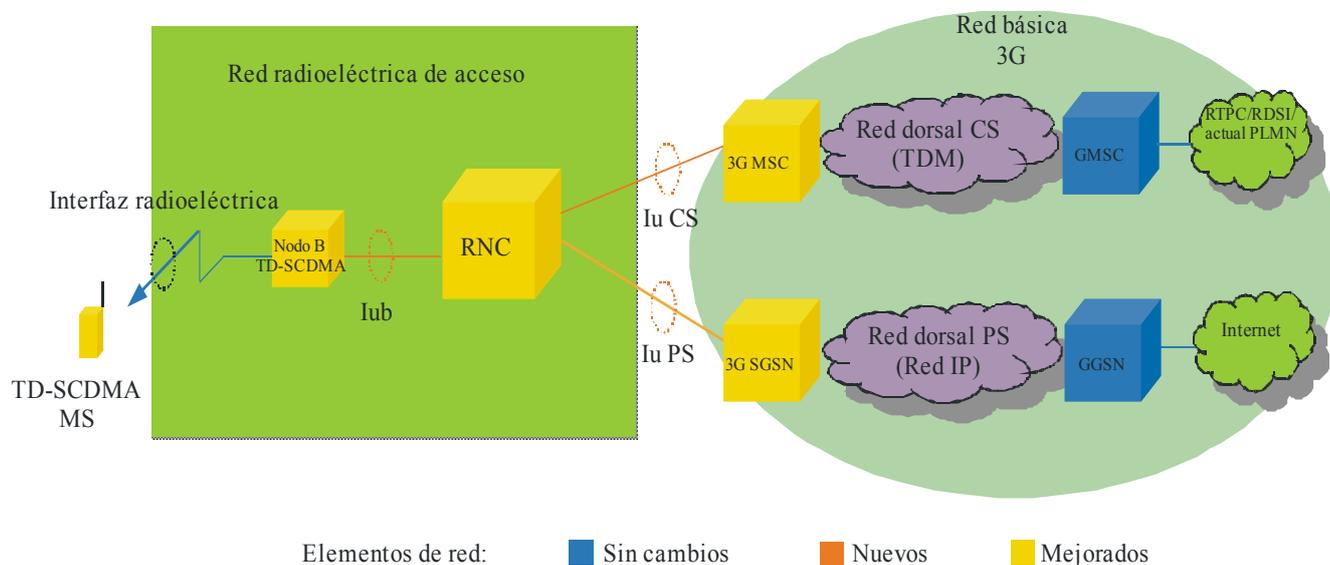
#### Fase 2

Al desplegarse los servicios, se establecen redes básicas IMT-2000 que coexisten con las redes básicas GSM/GPRS. A continuación, se actualizan varias partes de los equipos TD-SCDMA para que puedan conectarse a las redes básicas IMT-2000.

La tarjeta de interfaz del Nodo\_B se actualiza para soportar la interfaz Iub. El BSC+ se actualiza a RNC, con el fin de soportar las interfaces Iub e Iu, que consisten en las interfaces Iu CS e Iu PS. El SGSN pre-IMT-2000 se actualiza a SGSN IMT-2000 para que soporte la interfaz Iu PS. En un sistema TD-SCDMA, todos los trayectos de actualización y migración relativos a la red básica son los mismos que los del sistema WCDMA.

Tras la actualización, se considera que el sistema ha efectuado su transición a las IMT-2000.

Figura 9.7.2-2: Fase 2 de la transición



Deplo-IMT-03-7b

Las ventajas de estas actualizaciones se resumen a continuación:

Tecnología	Ventajas
CDMA TDD IMT-2000 (código de tiempo)	<p>Permite reutilizar la infraestructura de red básica GSM/GPRS pre-IMT-2000 existente.</p> <p>Permite implementar servicios IMT-2000 en bandas no apareada de un mínimo de 1,6 MHz.</p> <p>Permite que los operadores planifiquen una transición por fases.</p> <p>Permite prestar servicios flexibles e integrados de voz y datos con una velocidad de cresta soportada de 2 Mbit/s.</p>

### 9.7.3 Transición a TDMA IMT-2000 de portadora única

Los operadores GSM pueden efectuar la transición hacia las IMT-2000 directamente haciendo evolucionar la red de acceso radioeléctrico de GSM a GERAN. Como GERAN despliega la interfaz radioeléctrica EDGE, es una red de acceso radioeléctrico que pertenece a la tecnología de radiocomunicaciones de las IMT-2000 TDMA IMT-2000 de portadora única. Esto, a su vez, constituye un perfeccionamiento del acceso radioeléctrico GSM continuo, con total compatibilidad ascendente, sin que para ello haya necesidad de modificar el espectro de frecuencias. Para seguir este trayecto de evolución, el operador añadirá la funcionalidad GPRS y EDGE a su red de acceso radioeléctrico. El mejoramiento gradual de GSM con GPRS y EDGE hará evolucionar el acceso radioeléctrico pre-IMT-2000-GSM a los sistemas 3G-GERAN.

EDGE forma parte de la interfaz radioeléctrica de TDMA IMT-2000 de portadora única y mejora la interfaz radioeléctrica GSM/GPRS con nueva tecnología de modulación para lograr mayores velocidades de datos

utilizando el espectro radioeléctrico GSM existente. La normalización del sistema GERAN (red de acceso radioeléctrico GSM/EDGE) por 3GPP incluye mecanismos avanzados de calidad de servicio, que permiten ofrecer con la tecnología EDGE prácticamente todos los servicios IMT-2000, aunque con una velocidad de datos limitada, si se compara con los sistemas UMTS. EDGE constituye una solución para proporcionar servicios IMT-2000 con los recursos espectrales de los sistemas pre-IMT-2000.

La misma infraestructura mejorada para paquetes GPRS soporta GPRS y EDGE, por lo cual EDGE es plenamente compatible con GPRS y cualquier aplicación desarrollada para GPRS trabajará con EDGE, para lo cual reutiliza los demás elementos de la red, incluidos BSC, SGSN, GGSN y HLR. De hecho, con los despliegues GSM/GPRS más recientes, por ejemplo, los que se han realizado en las Américas, EDGE<sup>11</sup> se limita a una actualización del soporte lógico de las BTS y del BSC, puesto que los transceptores de estas redes ya soportan EDGE. TDMA de portadora única utiliza también los mismos canales radioeléctricos e intervalos de tiempo que GSM/GPRS, por lo cual no requiere contar con más recursos espectrales. Así pues, constituye una solución rentable para los operadores que desean actualizar sus sistemas a las IMT-2000. Una vez que los operadores hayan desplegado EDGE, podrán mejorar en mayor medida su capacidad de aplicaciones desplegando el subsistema multimedia IP en sus redes básicas, lo que permitirá soportar también la red de acceso radioeléctrico CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo. De hecho, conforme a lo expuesto a la Sección 9.7.1, una gran ventaja que ofrece la adición de CDMA IMT-2000 con ensanchamiento directo es que puede funcionar conjuntamente con la misma red básica que GSM/GERAN.

Otra opción que ya ha sido seleccionada por muchos operadores GSM es la explotación adicional de la red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS (UTRAN). UTRAN se explota en un nuevo espectro de frecuencias y por consiguiente mejora la capacidad de tráfico de los operadores GSM existentes. Gracias a HSDPA pueden alcanzarse velocidades de datos de hasta 14 Mbit/s, especialmente en entornos de microcélulas y picocélulas. Si la velocidad de datos y la carga por célula se limitan a valores inferiores, UTRAN (especialmente en el modo FDD) también puede utilizarse para dar coberturas con tamaños de célula muy grandes. Los operadores GSM que no dispongan de nuevo espectro para las IMT-2000 pueden evolucionar las IMT-2000 desplegando EDGE como actualización de sus redes GSM/GPRS.

#### **9.7.4 Transición a OFDMA TDD WMAN IMT-2000**

Los operadores GSM pueden optar por efectuar la transición directamente a OFDMA TDD WMAN IMT-2000. La adición de una red móvil de superposición de datos en banda ancha OFDMA-MIMO superpuesta conlleva la instalación de nuevas tarjetas de línea y clientes de la estación base, así como actualizaciones de la red básica para soportar grandes cantidades de tráfico IP (protocolo de Internet). Los operadores GSM pueden instalar los equipos WiMAX de la estación base en los mismos emplazamientos que las células 2G. En las instalaciones móviles WiMAX comercializadas hasta la fecha, el índice de reutilización de emplazamientos de célula más representativo se ha situado en torno al 70%.

Una vez que la red de datos superpuesta está instalada, los operadores pueden ofrecer dispositivos multimodo ya que parece lógico habilitar la itinerancia sin solución de continuidad entre sus redes optimizadas para voz y datos, como se ha indicado anteriormente.

La red básica con IMS permite el interfuncionamiento entre las redes con WiMAX y 3GPP (GSM, UMTS, etc.)

#### **9.8 Capacidad de planificación y diseño del sistema**

Una vez acordada la especificación de alto nivel de la red, podrá iniciarse la planificación de su capacidad.

La planificación de la capacidad comprende la de la red básica y la de la red de acceso radioeléctrico. En un primer ejercicio de dimensionamiento, se determinan las características esenciales de la topología de la red requerida, esto es, en la mayoría de los casos, la índole y el número de los módulos de sistema necesarios.

Posteriormente, aplicando el modelo de dimensionamiento, se planifican detalladamente la red básica y la red de acceso radioeléctrico.

---

<sup>11</sup> Se supone la versión 99.

Se determina el emplazamiento de los principales elementos de la red básica y se identifica la capacidad de transmisión requerida entre cada uno de estos lugares.

Se definen el emplazamiento de las estaciones de base, lo que se hace normalmente en torno a la topografía de red ya existente, y en caso necesario se incluyen emplazamientos para estación de base adicionales cuando sea necesario para alcanzar la cobertura y capacidad requeridas.

A continuación, se verifican la cobertura y la capacidad utilizando varios instrumentos de planificación radioeléctrica. Se prepara un plan de red de radiocomunicaciones y se verifica la carga de la red radioeléctrica. Acto seguido, se verifica la calidad de servicio, el traspaso con continuidad y la respiración de célula.

Los equipos de las infraestructuras IMT-2000 disponibles suelen estar basados en un diseño modular del sistema. Una vez confirmada las especificaciones de red de alto nivel (cobertura, tráfico, oferta de servicios, etc.) se dimensiona la implementación física de la red utilizando el adecuado conjunto de módulos.

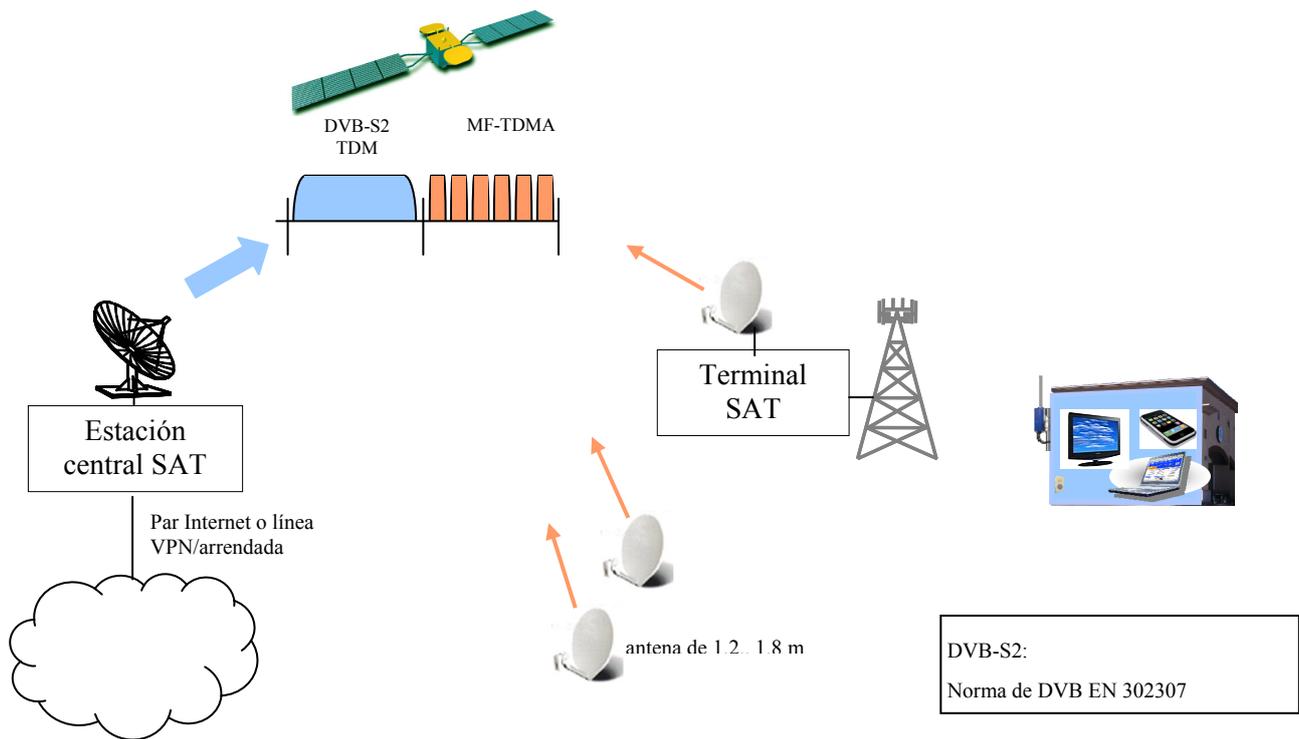
## **10 Cuestiones diversas**

### **10.1 Redistribución por satélite**

La redistribución por satélite ha desempeñado una importante función en la ampliación del alcance y cobertura de las redes de telefonía móvil de todo el mundo, especialmente en los mercados en desarrollo. El progreso tecnológico ha permitido encontrar soluciones satelitales más rentables y robustas que se han integrado como componentes del despliegue de las redes móviles. En la transición de los países a las IMT-2000, la redistribución por satélite continuará desempeñando una función como proveedora de conectividad para las regiones en la que la tecnología de fibra, o la inalámbrica terrenal, por sí sola no constituye una solución económicamente viable.

La utilización de la redistribución por satélite para ampliar las redes IMT-2000 es ventajosa en cuanto a cobertura, costo, seguridad y redundancia. Los satélites de órbita geoestacionaria (OSG) pueden ofrecer servicios de redistribución para regiones grandes con un gasto mínimo en infraestructuras. Las soluciones de redistribución por satélite permiten a los operadores situar las estaciones IMT-2000 de base en los lugares más ventajosos para los ciudadanos, sin prestar excesiva atención a las limitaciones que suelen afectar al despliegue de las IMT-2000 debido al emplazamiento de las infraestructuras terrenales.

La utilización de la redistribución por satélite también ofrece redundancia de conectividad. Si se dañase la red troncal de fibra óptica las estaciones terrenales de base podrían quedar desconectadas de redes indispensables, mientras que la diversidad suplementaria que proporciona la redistribución por satélite garantiza la integridad de la conectividad, incluso en el caso de que las infraestructuras terrenales queden gravemente dañadas. Esta diversidad permite que cada una de las estaciones de base con capacidad de acceso a la redistribución por satélite funcione con independencia de acontecimientos de ámbito regional, tales como las catástrofes naturales, que pueden provocar daños importantes a las infraestructuras locales y regionales.



Ejemplo de red de redistribución por satélite

El continuo avance de las tecnologías por satélite y la mayor difusión de las IMT-2000, hacen prever que las soluciones de redistribución por satélite desempeñen una función cada vez más crítica en la reducción de la brecha digital para los servicios avanzados tales como las IMT-2000.

### Abreviaciones/Glosario

1G	Primera generación
2G	Segunda generación
3G	Tercera generación
3GPP	Proyecto de asociación de tercera generación
3GPP2	Proyecto de asociación de tercera generación 2
A	
AAA	Autenticación, autorización y contabilidad
ANSI	American National Standard Institute
ARPU	Ingreso medio por usuario
ATM	Modo de transferencia asíncrono
B	
C	
CAPEX	Costos de capital
CDMA	Acceso múltiple por división de código

CEPT	Conferencia Europea de Administración de Correos y Telecomunicaciones
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
CN	Red básica
CS	Conmutación de circuitos
CSCF	Función de control de sesión de llamada
D	
DECT	Telecomunicaciones inalámbricas mejoradas digitalmente
E	
EBIT	Ingresos antes de intereses e impuestos
EBITDA	Ingresos antes de intereses e impuestos, depreciación y amortización
EDGE	Datos mejorados para la evolución SGM
EDGE DO	EDGE sólo para datos
ETSI	Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones
F	
FDD	Multiplexación por división de frecuencia
FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia
G	
GGSN	Nodo de soporte de pasarela
GPRS	Servicio general de radiocomunicaciones en paquetes
GSM	Sistema mundial de telecomunicaciones móviles
G	
H	
HA	Agente de hogar
HLR	Registro de ubicación de hogar
HSDPA	Acceso en paquetes de enlace descendente a gran velocidad
I	
IEEE	Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos
IETF	Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet
IMS	Subsistema de multimedios IP
IMT-2000	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000
IMU	Ingreso medio por usuario
IP	Protocolo Internet
IT	Tecnología de la información
J	
K	
L	
M	
MAP	Parte de aplicación móvil
MGCF	Función de control de cabecera de medios
MMS	Servicio de mensajes multimedios
MSC	Centro de conmutación móvil
MT	Terminal móvil
MVNO	Operador móvil de red virtual

N	
NPV	Valor neto actual
O	
OFDMA	Acceso múltiple por división ortogonal de frecuencias
OPEX	Costos de funcionamiento
P	
PCF	Función de controlador de paquetes
PDC	Teléfono celular digital personal
PDSN	Nodo o servidor de datos por paquetes
PS	Conmutación de paquetes
Q	
R	
RAN	Red de acceso radioeléctrico
RDSI	Red digital de servicios integrados
RNS	Sistema de red de radiocomunicación
RPDC	Red pública de datos conmutada
RTPC	Red telefónica pública conmutada
S	
SDMA	Acceso múltiple por división de espacio
SDO	Organización de normalización
SGSN	Nodo de soporte de servicio GPRS
SIM	Módulo de identificación de abonado
SMS	Servicio de mensajes breves
SCDMA	Acceso múltiple por división de código síncrono
T	
TD-CDMA	Acceso múltiple por división de código y división en el tiempo
TDD	Duplexación por división en el tiempo
TDMA	Acceso múltiple por división en el tiempo
TD-SCDMA	Acceso múltiple por división de código síncrono y por división en el tiempo
TIA	Asociación de Industrias de Telecomunicaciones
U	
UIM	Módulo de identidad de usuario
UMB	Sistema de banda ancha ultramóvil
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-D	Sector de Desarrollo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-T	Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMTS	sistema de telecomunicaciones móviles universales
UPN	Valor presente neto
UTRA	Acceso radioeléctrico terrenal UMTS
UTRAN	Red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS
UWC	Universal Wireless Consortium (actualmente denominado 3G Américas)

V	
VLR	Registro de posiciones de visitante
VNO	Operador de red virtual
VoIP	Voz con IP
W	
WCDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha
WiMAX	Sistema de acceso móvil inalámbrico
X	
Y	
Z	

### 10.3 Actualización del Anexo I con la inclusión de los estudios de casos prácticos de OFDMA TDD WMAN IP

Algunos de los estudios de casos prácticos de operadores de OFDMA TDD WMAN IMT-2000 pueden consultarse en: [www.wimaxforum.org/resources/documents/marketing/casestudies](http://www.wimaxforum.org/resources/documents/marketing/casestudies)

#### 10.3.1 Implementación de la tecnología OFDMA TDD WMAN IMT-2000 (con el nombre SHOW WIBRO) en la KT Corporation de la República de Corea

##### 1 Introducción

KT Corp. ([www.kt.com](http://www.kt.com)), primer proveedor de servicios integrados inalámbricos y por cable de Corea con más de 30 millones de abonados, ha liderado el desarrollo de la industria de la información y la comunicación durante los últimos 28 años. Por consiguiente, KT ha asumido un papel dominante en la transformación de Corea en una potencia de las IT cuyos servicios de banda ancha cuentan con las tecnologías más avanzadas.

Con el lanzamiento comercial de la tecnología OFDMA TDD WMAN (WiMAX móvil) en junio de 2006 con el nombre comercial SHOW WIBRO (anteriormente KT WIBRO), KT entró en el mercado de las comunicaciones personales móviles de banda ancha.

##### 2 Despliegue de la red

Desde octubre de 2008, la cobertura de la red se ha extendido a Seúl y 19 municipios de su entorno en la provincia de Gyeonggi y a otras ciudades importantes de la nación, abriendo de este modo el camino a U-Korea cuya infraestructura ubicua permite a las personas intercambiar información estén donde estén. El conjunto de la zona de servicio abarca casi el 50% de la población total de Corea.

Durante la fase de expansión de la cobertura, KT desplegó dos estaciones de base del tipo Wave 2, que soportan la tecnología MIMO, de modo que la expansión de la cobertura y el aumento del caudal prácticamente se duplicó. En la actualidad, SHOW WIBRO permite el acceso móvil incluso desde vehículos a gran velocidad tales como autobuses y el metro circulando hasta 120 km/h, con velocidades de datos de 37,4 Mbit/s en el enlace descendente y de 8 Mbit/s en el ascendente.

La sencilla arquitectura de red de la tecnología OFDMA TDD WMAN exige a los proveedores de servicios menos gastos de capital y de explotación que otras normas. Además, la tecnología de red OFDMA TDD WMAN, totalmente basada en IP, tiene la ventaja de ofrecer servicios FMC (convergencia entre los servicios fijo y móvil). Gracias a todas estas ventajas SHOW WIBRO es ahora el líder indiscutible del sector con una cuota del 58% en el mercado de los servicios móviles de banda ancha de Corea.

##### 3 Estrategia empresarial

Aunque la tasa de penetración del servicio fijo de banda ancha en Corea es superior al 85%, los servicios móviles personales de banda ancha siguen siendo necesarios. SHOW WIBRO se dirige a los usuarios que necesitan manejar un gran volumen de datos a precios razonables y satisface sus necesidades dado que la velocidad de datos es superior y el precio más asequible que otras normas disponibles. Esto dio lugar a un

planteamiento escalonado de la estrategia comercial como primera fase para liderar la penetración en el mercado de los servicios móviles de banda ancha. En la segunda fase se buscó un planteamiento más personal ofreciendo servicios y aplicaciones personalizadas. En la actualidad SHOW WIBRO ha ampliado sus actividades comerciales al mercado vertical y el M2M ofreciendo soluciones no sólo a los usuarios personales de banda ancha si no también a los usuarios empresariales.

KT ofrece la posibilidad de que los usuarios en perspectiva puedan experimentar y compartir los servicios SHOW WIBRO de un modo más natural. Un buen ejemplo de ello lo constituyen las «W-Style shop» (tiendas de estilo W). Por ejemplo, los usuarios pueden preparar sus propios contenidos y subirlos al estudio UGC (contenidos generados por los usuarios) o pueden disfrutar de diversas actividades en grupo. KT no sólo vende los productos sino que ofrece a las personas la oportunidad de experimentar una cultura y experiencia vital móvil 2.0 de modo que las aplicaciones de SHOW WIBRO penetren de un modo natural en el mercado móvil de banda ancha.

#### 4 Dispositivos y servicios para el usuario

SHOW WIBRO ofrece diversos tipos de dispositivos capaces de satisfacer todas las necesidades del usuario. La llave USB tiene fama de ser el mejor compañero de los portátiles ya que facilita el acceso a Internet en condiciones de movilidad. Algunos usuarios prefieren dispositivos integrados. El módem WiMAX viene integrado en diversos tipos de dispositivos tales como el teléfono inteligente, el PMP (reproductor multimedia portátil), el UMPC (PC ultramóvil), el sistema de navegación para automóvil, etc. Estos dispositivos integrados se han diseñado para satisfacer las necesidades especiales de los usuarios ya que se ofrece a éstos servicios específicos de los dispositivos. Los teléfonos inteligentes están dotados de funciones multimodo tales como WCDMA y WiMAX. En la actualidad, la llave USB es el tipo más popular de dispositivo de usuario. Últimamente está alcanzado popularidad el encaminador portátil WiMAX-WiFi que soporta un máximo de 3 dispositivos WiFi, ya que la mayor parte de las personas utilizan dispositivos dotados de Wi-Fi.

Las cinco características clave del servicio de SHOW WIBRO son UGC, WebMail, Multiboard, PC control y MyWeb. El concepto básico de los servicios SHOW WIBRO consiste en ofrecer un servicio móvil de triple reproducción (M-TPS). M-TPS permite la transmisión de datos, medios y comunicaciones por una sola red. Estos servicios irán evolucionando a medida que vaya desarrollándose la tecnología.

- UGC: permite a los usuarios generar y compartir contenidos generados por ellos mismos, en tiempo real.
- WebMail (correo web): integra todas las cuentas de correo basadas en la web bajo el identificador del usuario de SHOW WIBRO de modo que los correos-e pueden verificarse en un solo paso.
- Multiboard (multiteclado): ofrece comunicaciones multimedia en línea en tiempo real con la mensajería de Internet y el intercambio de aplicaciones de usuario entre los usuarios de SHOW WIBRO.
- PC control: permite el acceso remoto al PC del abonado situado en su hogar, desde el dispositivo manual del abonado.
- MyWeb: adapta los contenidos móviles a las preferencias personales del abonado.

#### 5 Experiencias obtenidas del funcionamiento de SHOW WIBRO

- Abonados: Nuestros principales abonados son hombres de negocios (50,5%) y estudiantes (26,0%) con edades comprendidas entre los veinte y los treinta y cinco años.
- Servicios:
  - La mayor parte de nuestros abonados utilizan SHOW WIBRO para navegar por Internet.
  - Los usuarios de teléfonos inteligentes prefieren servicios tales como webmail, PC control, etc.
- Dispositivos del usuario
  - La llave USB es el dispositivo de usuario que tiene mejor acogida (el 88%).
  - La aceptación del encaminador portátil WiMAX-WiFi está mejorando.
- Tarifas: Los usuarios prefieren el plan de tarificación de «Tipo libre (tarifa plan)».

## 6 Migración a las IMT-Avanzadas

En la Asamblea de Radiocomunicaciones del UIT-R de 2007, la tecnología OFDMA TDD WMAN se ha añadido como sexta interfaz aérea de las IMT-2000. La tecnología de la interfaz aérea de SHOW WIBRO viene especificada en IEEE 802.16-2005(OFDMA TDD WMAN). Asimismo, la banda de frecuencias 2,3 GHz de SHOW WIBRO también se ha identificado como espectro adicional para las IMT en la CMR-07.

Como la tecnología IEEE 802.16m es una de las RIT (tecnología de la interfaz radioeléctrica) candidatas a las IMT-Avanzadas y ofrecen asimismo compatibilidad ascendente con la tecnología OFDMA TDD WMAN, se prevé que SHOW WIBRO ofrezca una migración normalizada y paulatina hacia las IMT-Avanzadas.

### 10.3.2 LG Telecom de la República de Corea lanza el servicio 3G (OZ) basado en CDMA 1x EV DO Rev. A

#### 1 Introducción

LG Telecom ([www.lgtelecom.com](http://www.lgtelecom.com)) fue fundada en julio de 1996 y utilizó la tecnología de LG que fue la primera empresa del mundo que comercializó con éxito sistemas CDMA. Desde sus comienzos en octubre de 1997 como proveedora de servicios de comunicaciones personales a nivel nacional, la empresa ha prosperado considerablemente gracias a la acogida de sus clientes.

LG Telecom ha construido una red digital única a nivel nacional y pretende ofrecer a sus clientes los mejores servicios de comunicaciones móviles. En particular, las redes de conmutación y transporte de LG Telecom se construyeron con cables de fibra óptica que ofrecen una calidad de llamadas superior. Asimismo, los repetidores ópticos, los repetidores de ranura (inalámbricos) y las mini BTS, que LG Telecom ha desarrollado y comercializado por primera vez en el mundo, han sido reconocidos como sistemas de comunicaciones móviles innovadores que permiten suprimir las zonas de sombra de cobertura con inversiones moderadas.

En febrero de 1998, LG telecom lanzó el primer servicio móvil de datos comercial de todo el mundo y ha comercializado con éxito el EZ-I, primer servicio móvil por Internet de Corea. Desde mayo de 2001, ha ofrecido el servicio de CDMA2000 1x a nivel nacional, lo que ha permitido prestar servicios multimedia de alta velocidad tales como los de imagen y vídeo. Gracias a ello, ha consolidado su posición en el mercado de la Internet móvil.

Además, ha completado antes de lo esperado el despliegue de la red 3G EV-DO Rev.A, haciendo posible de este modo la maximización de la calidad de las llamadas y reforzando su poder competitivo en el ámbito de contenidos y precios gracias a sus servicios de datos abiertos económicos y prácticos.

LG Telecom ha elaborado una estrategia de comercialización diferenciada que se adapta al estilo de comunicación de sus clientes y, al mismo tiempo, ha reforzado los cimientos sobre los que se apoya la empresa gracias a la expansión de su parque de abonados.

#### 2 Lanzamiento y puesta en marcha del servicio de datos 3G 1x EVDO Rev.A (OZ)

LG Telecom ha desplegado ingentes esfuerzos para instalar la red EVDO Rev.A desde 2007. En abril de 2008 completó la instalación a nivel nacional y lanzó la OZ (zona abierta), nuevo nombre comercial para el servicio de datos 3G. Con el eslogan, «Debería ser posible en cualquier momento y en cualquier lugar navegar por Internet y ver el correo electrónico y sus adjuntos con un microteléfono de pantalla grande y alta resolución de fácil manejo», ha puesto en marcha un revolucionario servicio de datos de la próxima generación que ofrecerá prestaciones necesarias en la vida cotidiana tales como la navegación por Internet y los servicios de correo electrónico. Esto supone la ruptura con el concepto tradicional de que el servicio 3G sea un servicio de telefonía con vídeo exclusivamente. El servicio OZ ofrecer Internet móvil abierta pasando de un modelo de Internet móvil cerrado a otro abierto. La empresa ha alcanzado un éxito sin precedentes al captar 130 000 abonados sólo en los 50 primeros días del lanzamiento y por el incesante crecimiento del número de sus abonados.

#### 3 El servicio OZ

La palabra OZ significa en hebreo antiguo 'poder' o 'autoridad' y traduce el propósito de LG Telecom de dotar a sus clientes de poder y eficacia en el centro de sus vidas. El servicio OZ ofrece un 'entorno de

Internet abierto' en el que resulta fácil y práctico acceder con un teléfono móvil a los diversos contenidos y servicios de la Internet por cable.

- Mensajería móvil: Lista de contactos (siempre activa), chat personal y general, iconos gestuales (emoticons), guiños (flashcons), y envío de imágenes.
- Artilugios (widgets): Ofreciendo una conexión directa con los contenidos deseados.
- Navegación por Internet: Internet 'real'.
- Correo electrónico: Acceso por correo web (POP3) y visualización de los ficheros adjuntos (MS Office, imágenes, etc.).
- Precio razonable.

#### 4 Migración y futuro inmediato de 3G

LG Telecom está consiguiendo un crecimiento notable del servicio de datos 3G gracias a su servicio OZ. El próximo paso para LG Telecom consiste en mantener el éxito del servicio 3G y prepararse en todos los aspectos para los servicios de la próxima generación. Para conseguirlo, LG Telecom tiene previsto mantener el crecimiento de 3G ofreciendo una velocidad de datos mayor gracias a la función de agregación de varias portadoras sobre la red EVDO Rev.A, y desarrollando una diversidad de servicios de valor añadido.

LG Telecom ha desarrollado estaciones de base multimodo para los servicios de la próxima generación, que soportarán simultáneamente todas las tecnologías de red de acceso. Asimismo, está preparando una eficiente planificación de red al hacer que cualquier red de acceso soporte cualquier tecnología con el único requisito de cambiar las unidades de la estación base en el futuro despliegue de la red de la próxima generación.

### 10.4 Otras consideraciones

#### 10.4.1 Necesidades especiales de política para los gobiernos, operadores, organismos reguladores y usuarios de los países en desarrollo

El número de abonados al servicio móvil de los países en desarrollo es bajo comparado con el de los países desarrollados, aunque está aumentando de manera importante. El pago por la parte llamante ha contribuido al rápido aumento de la penetración del servicio móvil en muchos países en desarrollo. De hecho, en muchos países, la penetración del servicio móvil supera a la de las líneas fijas, y, por consiguiente, los países en desarrollo tienen un gran potencial en lo que a índices de penetración se refiere. No obstante, debido a las condiciones económicas, los usuarios de los países en desarrollo sólo pueden destinar una parte muy pequeña de sus ingresos a las telecomunicaciones. Al prestar servicios adicionales tales como la videoconferencia y la Internet móvil de alta velocidad, se prevé que algunas tasas de utilización de los servicios IMT-2000 sean superiores a las de los actuales servicios móviles. En consecuencia, es posible que algunos abonados de los servicios anteriores a las IMT-2000 de los países en desarrollo deseen continuar utilizando los servicios actuales en las mismas condiciones. Por consiguiente, se plantea la importante cuestión de proteger los derechos de los abonados actuales que prefieran no migrar.

#### 10.4.2 Necesidades especiales de los usuarios

Para el usuario, la facilidad de utilización y la interoperabilidad continuarán revistiendo la máxima importancia. No hay que cerrar los ojos al hecho de que los usuarios no estén interesados en la tecnologías de las IMT-2000 per se sino en los servicios y aplicaciones que les ofrece. Los diversos tipos de usuario tienen distintas necesidades, por lo que resulta importante estudiar las plataformas de servicio que permitirán a los operadores diferenciar sus ofertas de servicios e introducir paulatinamente los nuevos servicios.

Debido a su menor nivel de ingresos, las posibilidades de pagar servicios de telecomunicaciones por parte de los usuarios es menor en los países en desarrollo que en los desarrollados. El sistema de pago por la parte llamante se introdujo en algunos países en desarrollo para facilitar el acceso por parte de los abonados de bajos ingresos. Los servicios y aplicaciones de las IMT-2000 pueden adaptarse para satisfacer las necesidades de regiones específicas en sus lenguas vernáculas. Interesa muy especialmente a los usuarios que los servicios y terminales tengan un precio razonable.

**Cuadro 10.4.2: Necesidades especiales de los usuarios**

Elemento	Necesidades de los usuarios y fundamento
Costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precios razonables de servicios y terminales.</li> <li>• Las tarifas para el usuario final deben ser razonables.</li> <li>• Servicios de previo pago.</li> <li>• Pago por la parte llamante.</li> </ul>
Terminales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de uso y carácter práctico de los terminales, larga duración de sus baterías.</li> <li>• Terminales que soporten los requisitos idiomáticos locales y tengan en cuenta el grado de alfabetización en el país.</li> </ul>
Facilidad de itinerancia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los usuarios desean utilizar sus terminales cuando están de viaje.</li> <li>• Se facilita la itinerancia gracias a su reducido precio y a la disponibilidad de tecnologías y terminales compatibles en el extranjero.</li> </ul>
Servicios y aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de las IMT-2000 para la teleeducación, cibernanidad y cibercomercio en los pueblos remotos, para el desarrollo económico rural y para el acceso a Internet a un precio razonable.</li> <li>• Consideración de las necesidades de los usuarios.</li> <li>• Capacitación de los usuarios en aplicaciones inalámbricas de datos.</li> </ul>
Portabilidad de números	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que ofrezca a los usuarios la oportunidad de escoger el operador sin cambiar el número de teléfono lo que pueda resultar importante por razones de índole personal o corporativa.</li> </ul>

### 10.4.3 Flexibilidad del marco reglamentario para facilitar la transición

La adopción de políticas flexibles para la atribución nacional de espectro radioeléctrico y para la elección de tecnologías ofrece incentivos comerciales para el desarrollo y despliegue de servicios inalámbricos avanzados en todo el mundo. Existe la posibilidad de que los organismos reguladores deseen permitir que los operadores efectúen la transición a las IMT-2000 de sus sistemas anteriores a éstas utilizando el espectro para el que tienen licencia, de modo que se eviten el despliegue de estos sistemas en nuevas bandas de frecuencias. Esta flexibilidad espectral beneficia a los operadores al permitirles invertir recursos de capital en la mejora de sus sistemas, conteniendo los costos. Esto puede conseguirse también si se minimizan los costos de expedición de licencias para nuevo espectro.

Al elaborar la política de espectro, los organismos reguladores deben ser conscientes de que los servicios que permiten las tecnologías más avanzadas consumirán una gran anchura de banda de modo que los operadores exigirán más espectro contiguo para desplegar estas nuevas tecnologías principalmente en las ciudades más pobladas a fin de evitar que se deteriore la calidad de servicio.

La UIT recomienda el despliegue de los sistemas IMT-2000 en las bandas identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones para las IMT-2000. La Recomendación UIT-R M.1036 estipula que las administraciones pueden desplegar sistemas IMT-2000 en bandas distintas a las identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones pero que es posible que en estas bandas no puedan obtener economías de escala.

#### 10.4.4 Aspectos del régimen de licencias

##### 10.4.4.1 Condiciones del régimen de licencias

Las condiciones del régimen de licencias figuran entre los aspectos reglamentarios que revisten importancia para los países en desarrollo.

- **Requisitos tecnológicos:** Cabe considerar si los reguladores y encargados de formular políticas deberían atenerse a un planteamiento neutral desde el punto de vista tecnológico o imponer una tecnología y un trayecto de transición específicos. La adopción de un planteamiento neutral desde el punto de vista tecnológico podría ser ventajosa para los usuarios finales en cuanto a la rapidez de la evolución tecnológica la reducción del nivel de precios. En los despliegues de redes de banda ancha del servicio móvil, es importante considerar que los servicios permitidos por las tecnologías más avanzadas consumirán una gran anchura de banda de modo que los operadores exigirán más espectro contiguo para desplegar estas nuevas tecnologías.
- **Requisitos financieros:** Contribuyen a disuadir a los participantes poco serios y a garantizar cierto nivel de calidad de funcionamiento.
- **Cobertura:** Para evitar que se desarrollen comunidades ricas en información frente a otras pobres en información, los organismos reguladores y encargados de formular políticas de los diversos países tendrán que garantizar el acceso ubicuo a los servicios IMT-2000. No obstante, desde el punto de vista del proveedor de servicios, podría no resultar viable establecer una infraestructura onerosa en zonas de alto costo. Acaso fuera preferible desplegar la cobertura de red escalonadamente, en función de la demanda y de las probables aplicaciones. Los sistemas y tecnologías actuales deberían tener un trayecto de transición progresivo que entrañase un costo reducido. Los estudios de casos prácticos han demostrado que los operadores pueden realizar perfeccionamientos graduales y progresivos de los sistemas actuales a las IMT-2000.
- **Calendario para la expedición de licencias IMT-2000:** La elección del momento oportuno para la introducción de un nuevo servicio es fundamental, aunque varíe de un país a otro. Es necesario evaluar las posibilidades del mercado y desplegar tecnologías cuyos resultados estén comprobados. Los países en desarrollo no disponen del capital necesario para experimentar con nuevas tecnologías. Sin embargo, el proceso de introducción de servicios inalámbricos de banda ancha lleva mucho tiempo y exigiría la preparación anticipada del régimen de concesión de licencias y el marco reglamentario. Sería conveniente que los países en desarrollo comenzaran a entablar consultas a este respecto, lo antes posible.
- **Número de operadores:** La limitada disponibilidad de espectro restringe el número de operadores. En los países industrializados se prefiere admitir entre tres y cinco operadores. Por otro lado, es necesario determinar quién reúne las condiciones necesarias para ser titular de esa licencia: los operadores de servicios fijos, móviles, los nuevos operadores, todos ellos o una combinación de los mismos.
- **Compartición de infraestructuras:** La compartición de infraestructuras es particularmente importante en los países con poblaciones muy dispersas y mercados de servicios móviles incipientes. Ello reduce el costo que conlleva el despliegue de las redes y puede mejorar la penetración. Asimismo, sería necesario identificar los elementos que pueden compartirse y la cuantía de la reducción del costo que comportaría dicha compartición, por ejemplo en concepto de mástiles de antenas, torres y edificios. El organismo regulador puede adoptar iniciativas para fomentar la compartición de infraestructuras.
- **Portabilidad de números:** La portabilidad de números garantiza que los clientes pueden conservar los números de sus móviles cuando se cambian a otro operador de red móvil, lo que les da la libertad de escoger entre operadores en competencia.
- **Pago por la parte llamante:** El pago por la parte llamante es un sistema que permite a los operadores facilitar el acceso a los servicios móviles por parte de los abonados de bajos ingresos.

Para más información, véase el Informe UIT-R SM.2012-1 – «Aspectos económicos de la gestión del espectro» y el Capítulo 3, «Concesión de licencias» del Manual del UIT-R – «Gestión nacional del espectro».

#### 10.4.4.2 Regímenes de licencias para la utilización del espectro

Hay numerosos regímenes de licencias para el espectro que han sido utilizados en la concesión de licencias para servicios móviles tanto de primera como de segunda generación, así como la de las licencias para las IMT-2000. La mayor parte de los países ha exigido licencias especiales para que los operadores puedan ofrecer servicios IMT-2000, pero algunos países han adoptado un enfoque más flexible y autorizan a los operadores a utilizar el espectro actual para servicios IMT-2000 y/o conceden licencias para utilización del espectro de una manera más genérica. Algunos reguladores permiten la transición de los sistemas de primera y segunda generación hacia sistemas IMT-2000 en las bandas que utilizan actualmente y no exigen una autorización adicional para hacerlo.

Aunque no se pretende que sea exhaustiva, en esta sección se exponen algunos de los métodos más comunes de concesión de licencias para utilización del espectro, por ejemplo: principio de la prioridad en el tiempo, concursos, loterías y subastas. La concesión de licencias es una prerrogativa nacional y cada país debe decidir qué metodología se ajusta mejor a su marco jurídico, reglamentario y mercantil. Las políticas de limitación del espectro se utilizan para garantizar que no se produzcan concentraciones de espectro en el mercado y para reducir las barreras comerciales para los nuevos participantes, aunque pueden limitar el desarrollo y crecimiento de las redes inalámbricas de banda ancha.

Para más información, véase el Informe UIT-R SM.2012-1 – «Aspectos económicos de la gestión del espectro», el Capítulo 6, «Aspectos económicos» del Manual del UIT-R – «Gestión nacional del espectro» y la Sección 2.7.2 de las MTG.

### 11 Introducción a las IMT-Avanzadas

El UIT-R ha comenzado el proceso de elaborar sus Recomendaciones para las componentes terrenales de las interfaces radioeléctricas de las IMT-Avanzadas. Esta labor se inspira en la Resolución UIT-R 57.

La invitación para la presentación de propuestas a tecnologías candidatas para la interfaz radioeléctrica con destino a las componentes terrenales de las interfaces radioeléctricas de las IMT-Avanzadas y la invitación a participar en la subsiguiente evaluación son objeto de deliberación en la Carta Circular 5/LCCE/2 y sus Addenda.

La primera invitación para la presentación de propuestas de candidatura de tecnologías de la interfaz radioeléctrica (RIT) o de un conjunto de RIT (SRIT) para las componentes terrenales de las IMT-Avanzadas se publicó junto con la Carta Circular 5/LCCE/2 de 7 de marzo de 2008. En esta Carta Circular se iniciaba el proceso de evaluación de las RIT y SRIT candidatas para las IMT-Avanzadas, actualmente en curso, y se invitaba a la constitución de grupos de evaluación independientes y a la subsiguiente presentación de informes de evaluación sobre estas RIT y SRIT candidatas. El 13 de agosto de 2008, en el Addendum 1 a la Carta Circular 5/LCCE/2 se informó de la disponibilidad de detalles adicionales sobre la presentación de las IMT-Avanzadas y su proceso de evaluación, y en particular de tres Informes del UIT-R en los que se pormenorizaban los requisitos, criterios de evaluación y plantillas de presentación para las IMT-Avanzadas.

Los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales avanzadas (IMT-Avanzadas) son sistemas móviles dotados de las nuevas capacidades de las IMT, superiores a las de las IMT-2000. Estos sistemas proporcionan acceso a un gran número de servicios de telecomunicaciones; entre otros, los servicios móviles avanzados soportados por redes móviles y fijas, que se basan cada vez más en paquetes.

Los sistemas de IMT-Avanzadas soportan aplicaciones de baja a alta movilidad y una amplia gama de velocidades de datos, según lo exija el usuario y el servicio de que se trate en múltiples entornos de usuario. Las IMT-Avanzadas cuentan también con capacidades para ofrecer aplicaciones multimedios de alta calidad con una amplia gama de servicios y plataformas, lo que supone una mejora significativa de las prestaciones ofrecidas y de la calidad de servicio.

Las características esenciales de las IMT-Avanzadas son las siguientes:

- alto grado de uniformidad de su funcionalidad en todo el mundo, sin menoscabo de la flexibilidad necesaria para soportar un gran número de servicios y aplicaciones de manera rentable;
- compatibilidad de servicios en el marco de las IMT y con las redes fijas;

- capacidad de interfuncionamiento con otros sistemas de acceso radioeléctrico;
- servicios móviles de alta calidad;
- equipo de usuario adecuado para ser utilizado en todo el mundo;
- aplicaciones, servicios y equipos fáciles de utilizar por el usuario;
- capacidad de itinerancia mundial;
- mayores velocidades de cresta para soportar servicios y aplicaciones avanzados (los valores que se fijaron como objetivo para la investigación fueron 100 Mbit/s para alta movilidad y 1 Gbit/s para baja movilidad).

El Documento IMT-ADV/2 Rev.1, contiene una descripción detallada de los procesos y actividades identificadas para la elaboración de las Recomendaciones sobre la interfaz radioeléctrica de las componentes terrenales de las IMT-Avanzadas.

Los principales documentos de consulta sobre las IMT-Avanzadas son los siguientes:

- Carta Circular 5/LCCE/2 y Addenda 1 y 2
- [IMT-ADV/2 Rev.1](#)
- [Informe UIT-R M.2133](#)
- [Informe UIT-R M.2134](#)
- [Informe UIT-R M.2135](#).



Impreso en Suiza  
Ginebra, 2010

Derechos de las fotografías: ITU Photo Library