



**UIT-D** COMISIÓN DE ESTUDIO 2 3.º PERIODO DE ESTUDIOS (2002-2006)

*Directrices  
para facilitar la transición  
de las actuales redes móviles  
a las IMT-2000 en los países  
en desarrollo (GST)*

## LAS COMISIONES DE ESTUDIO DEL UIT-D

Las Comisiones de Estudio del UIT-D se establecieron de conformidad con la Resolución 2 de la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT) celebrada en Buenos Aires (Argentina) en 1994. Para el periodo 2002-2006, se encomendó a la Comisión de Estudio 1 el estudio de siete Cuestiones en el campo de las estrategias y políticas de desarrollo de las telecomunicaciones y a la Comisión de Estudio 2 el estudio de once Cuestiones en el campo del desarrollo y de la gestión de los servicios y redes de telecomunicaciones. Para este periodo y a fin de responder lo más rápidamente posible a las preocupaciones de los países en desarrollo, en lugar de aprobarse durante la CMDT, los resultados de cada Cuestión se publicarán a medida que vayan estando disponibles.

### **Para toda información**

*Sírvase ponerse en contacto con:*

Sra Fidélia AKPO  
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)  
UIT  
Place des Nations  
CH-1211 GINEBRA 20  
Suiza  
Teléfono: +41 22 730 5439  
Fax: +41 22 730 5884  
E-mail: [fidelia.akpo@itu.int](mailto:fidelia.akpo@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](mailto:sales@itu.int)

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

*Directrices a mediano  
plazo (MTG) para facilitar  
la transición armoniosa de  
las actuales redes móviles a  
las IMT-2000 en los países  
en desarrollo*

## **DESCARGO DE RESPONSABILIDAD, DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y MARCAS REGISTRADAS**

### **Descargo de responsabilidad**

Las presentes Directrices las publica la Unión Internacional de Telecomunicaciones («UIT») basándose en la información facilitada por las Administraciones de los Estados Miembros y otros materiales y fuentes (la «Información»). La UIT está expresamente exenta de toda responsabilidad con respecto a una posible inexactitud de la Información de las presentes Directrices y a los daños y perjuicios que pueda entrañar su utilización.

Si bien se ha velado por comprobar la exactitud de la Información que figura en las presentes Directrices hasta la fecha de su publicación, la UIT no se responsabiliza de los errores u omisiones, ni de las consecuencias de la utilización de esta Información. La UIT no garantiza en modo alguno la exactitud de la Información.

En ningún caso la UIT, sus funcionarios o sus empleados tendrán que responder de los daños resultantes del uso de la Información publicada en las presentes Directrices.

El hecho de que se haga referencia a especificaciones, productos, servicios u organismos no implica una aprobación de la UIT.

Las opiniones e ideas expresadas en las presentes Directrices no representan forzosamente las de la UIT, sus funcionarios u empleados.

### **Derechos de propiedad intelectual y uso de materiales**

© ITU 2005 Todos los derechos reservados.

Está prohibido reproducir cualquier parte de la presente publicación, del modo que sea, sin previa autorización por escrito de la UIT.

Está permitida la reproducción de materiales con fines de referencia personal. Dichas copias de materiales con fines de referencia personal deberán incluir los avisos de derechos de propiedad intelectual originales que figuren en las Directrices.

### **Marcas registradas**

Todas las marcas registradas pertenecen a sus propietarios respectivos.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Prefacio.....	ix
Resumen.....	xi
1 Introducción.....	1
1.1 De las actuales redes móviles a las IMT-2000.....	1
1.2 Factores que impulsan a las IMT-2000.....	1
1.3 Tecnologías terrenales IMT-2000.....	2
1.3.1 Redes de acceso radioeléctrico y normas IMT-2000.....	3
1.3.2 Redes básicas IMT-2000.....	4
1.4 Consideraciones relativas a los satélites.....	5
1.5 Organizaciones de desarrollo normativo relacionadas con las IMT-2000.....	6
2 Elaboración de políticas estratégicas para la transición de las redes existentes hacia las IMT-2000.....	6
2.1 Necesidades normativas especiales de los gobiernos, las entidades operadoras, los reguladores y los usuarios en los países en desarrollo.....	6
2.1.1 Necesidades especiales de los operadores.....	8
2.1.2 Necesidades especiales de los reguladores.....	10
2.1.3 Necesidades especiales de los usuarios.....	10
2.2 Flexibilidad reglamentaria para permitir la transición.....	12
2.3 Satisfacción de necesidades especiales para la transición hacia las IMT-2000.....	13
2.3.1 Soluciones para zonas con baja densidad.....	13
2.3.2 Soluciones para zonas con alta densidad.....	13
2.3.3 Soluciones para zonas con densidad combinada (baja y alta).....	13
2.3.4 Servicio/acceso universal a servicios básicos y avanzados.....	14
2.3.5 Ampliación de los servicios IMT-2000 para abarcar otros tipos de acceso, con inclusión del acceso por redes fijas.....	14
2.4 Ofertas de servicios IMT-2000.....	14
2.5 Requisitos de espectro (incluida la posibilidad de utilizar las bandas existentes).....	15
2.5.1 Identificación actual de espectro a las IMT-2000.....	15
2.5.2 Utilización del espectro móvil de primera y segunda generación para sistemas IMT-2000.....	16
2.6 Interfuncionamiento con las redes existentes y entre las tecnologías IMT-2000.....	16
2.7 Aspectos relativos a la concesión de licencias.....	18
2.7.1 Condiciones de las licencias.....	18
2.7.2 Métodos de concesión de licencias para la utilización del espectro.....	18

3	Trayectos de transición.....	19
3.1	Introducción .....	19
3.2	Consideraciones en torno a la transición.....	22
3.2.1	Características del acceso radioeléctrico IMT-2000 y tecnologías de redes básicas.....	25
3.3	Transición a partir de sistemas (1G) analógicos (AMPS, NMT, TACS).....	29
3.3.1	Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 .....	29
3.3.2	Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000 .....	30
3.3.3	Transición a la portadora única TDMA IMT-2000 .....	31
3.4	Transición a partir de sistemas TDMA/D-AMPS .....	32
3.4.1	Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 .....	32
3.4.2	Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000 .....	32
3.4.3	Transición a la portadora única TDMA IMT-2000 .....	34
3.5	Transición a partir de PDC .....	35
3.5.1	Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 .....	35
3.5.2	Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000 .....	35
3.6	Transición a partir de sistemas cdmaOne .....	35
3.6.1	Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000 .....	35
3.7	Transición a partir de sistemas GSM .....	38
3.7.1	Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 .....	38
3.7.2	Transición a TDD CDMA IMT-2000 (codificación temporal) .....	39
3.7.3	Transición a la portadora única TDMA IMT-2000 .....	41
3.8	Capacidad de planificación y diseño del sistema.....	42
4	Aspectos económicos de la transición hacia las IMT-2000 .....	42
4.1	Análisis y tendencias del mercado comerciales .....	43
4.2	Costos de la transición .....	43
4.2.1	Costos de la transición de la red para el operador .....	43
4.2.2	Asequibilidad para los usuarios finales .....	43
4.2.3	Consideraciones relativas a la itinerancia.....	44
4.3	Plan y análisis comerciales .....	45
4.3.1	Proceso de planificación comercial .....	45
4.3.2	Realización del plan comercial.....	48
5	Observaciones finales.....	50
6	Definiciones .....	51
7	Abreviaturas y glosario .....	54

**Página**

Anexo I – Experiencia de los operadores en cuanto a la transición a los sistemas IMT–2000 .....	57
CHILE – Implementación de la tecnología IMT-2000 (EDGE) y migración TDMA en Chile	57
HONG KONG – Aplicación de la tecnología IMT-2000 (EDGE) en Hong Kong.....	59
HUNGRÍA – Aplicación de la tecnología IMT-2000 (EDGE) en Hungría.....	60
JAPÓN – Aplicación de la tecnología IMT-2000 (FOMA) en Japón.....	61
JAPÓN – Despliegue de los sistemas CDMA2000 1X y lanzamiento de los servicios multimedia conexos en el país .....	64
FEDERACIÓN DE RUSIA – Evolución y migración a las IMT-2000 de las redes móviles analógicas NMT450 de primera generación .....	66
TAILANDIA – Despliegue de la tecnología IMT-2000 (EDGE) en Tailandia.....	71
UGANDA – Las redes GSM procuran atención sanitaria a la Uganda rural.....	72
VENEZUELA – Experiencia adquirida por Venezuela en cuanto al despliegue de una red CDMA 1xRTT por parte de un operador TDMA en la banda de 800 MHz (824-849 MHz/869 894 MHz).....	73

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1.3.1.1 – Interfaces radioeléctricas terrenales para las IMT-2000 .....	3
Figura 3.1 – Mejoramientos observados en las redes de los operadores .....	21
Figura 3.2-1 – Escenarios de transición en las IMT-2000.....	23
Figura 3.2-2 – Aspectos clave de los escenarios de transición en las IMT-2000 .....	23
Figura 3.3.2 – Proceso de transición de AMPS a la multiportadora CDMA IMT-2000 .....	30
Figura 3.4.2 – Trayecto de transición de TDMA a la multiportadora CDMA IMT-2000.....	33
Figura 3.6.1 – Trayecto de evolución de cdmaOne hacia la multiportadora CDMA2000 IMT-2000 .	36
Figura 3.7.2-1 – Fase 1 de la transición.....	40
Figura 3.7.2-2 – Fase 2 de la transición.....	40
Figura 4.3.1.1 – Planificación de la red de acceso radioeléctrico y despliegue de las IMT-2000 durante la vida económica de los sistemas.....	47
Figura 4.3.2.2 – Estructura del modelo de plan comercial .....	49
Figura I.1 – Utilización del espectro (banda BS Tx) en una evolución de la red en 3 etapas .....	67
Figura I.2 – Plan para la migración del espectro hacia CDMA 1xRTT .....	75

## LISTA DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1.3.1.1 – Interfaces radioeléctricas terrenales para las IMT-2000 .....	4
Cuadro 1.3.2.1 – Recomendaciones de red básica IMT-2000 .....	5
Cuadro 1.5 – Interfaces radioeléctricas terrenales para las IMT-2000: Organizaciones externas .....	6
Cuadro 2.1.1 – Necesidades especiales de los operadores .....	8
Cuadro 2.1.2 – Necesidades especiales de los reguladores .....	10
Cuadro 2.1.3 – Necesidades especiales de los usuarios.....	11
Cuadro 3.7.1 – Ventajas resultantes de la elección de determinadas tecnologías en el proceso de transición hacia el ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 .....	39
Cuadro I.1 – Escenarios de transición según las experiencias de los operadores.....	57
Cuadro I.2 – Planes de preciso .....	69



## Prefacio

Las «Directrices para facilitar la transición armoniosa de las actuales redes móviles a las IMT-2000 en los países en desarrollo» (MTG), que ya están disponibles gratuitamente en el sitio web de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D (<http://www.itu.int/itudoc/itu-d/question/studygr2/87040.html>) representan un resultado del estudio efectuado en el marco de la Cuestión 18/2 (Estrategia para el paso de las redes móviles a las IMT-2000 y sistemas posteriores).

La Comisión de Estudio 2 también recomendó resumir las MTG en Directrices de fácil utilización.

La propia tarea de simplificar las MTG en Directrices breves también resultó ardua.

Las presentes Directrices (GST) han tenido por objeto facilitar información básica a las personas interesadas en la referida transición.

El lector encontrará tres líneas generales en la estructura de las Directrices, a saber: 1) la elaboración de políticas relativas a la transición de las redes existentes hacia las IMT-2000, 2) las posibles vías de transición y 3) los aspectos económicos de dicha transición. En ellas también se hace referencia a literatura y Recomendaciones de la UIT conexas.

La Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) da las gracias a los distinguidos expertos del Grupo de Relator sobre la Cuestión 18/2 por haber contribuido a la elaboración de las presentes Directrices.

Esperamos sinceramente que esta versión de las Directrices sea de utilidad a los países en desarrollo.



**Hamadoun I. Touré**  
*Director*

Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones



## Resumen

Estas Directrices se han concebido para facilitar la tarea de los operadores de telecomunicaciones, los encargados de elaborar políticas y los organismos reguladores en la elaboración de sus respectivas estrategias para la transición de las redes anteriores a las IMT-2000 hacia las IMT-2000. Si bien es conveniente que los sistemas anteriores a las IMT-2000 puedan evolucionar hacia las IMT-2000, esta decisión no cae en el ámbito de competencia de la UIT. En cada caso, los responsables de cada servicio/sistema deben tomar la decisión como cuestión normativa. Estas Directrices, que tienen por objeto presentar un panorama objetivo y neutral de los temas que han de abordarse en el proceso de transición de las redes móviles actuales a las IMT-2000, se han elaborado en respuesta a una solicitud específica formulada al UIT-D, tal como se indica en el Documento 2/001 del UIT-D de 3 de mayo de 2002 (<http://www.itu.int/md/meetingdoc.as?type=sitems&lang=e&parent=D02-SG02-C-0001>).

De conformidad con la decisión tomada por la Comisión de Estudio 2 del UIT-D, el presente documento contiene una versión resumida de las MTG en un formato característico en la elaboración de Directrices cuya finalidad, entre otras, es que se utilice en la CMDT que se celebrará en Doha (Qatar) en 2006.

Si bien la finalidad de este documento es permitir que el lector conozca de manera rápida todos los aspectos que abarca el proceso de transición, las MTG constituyen la referencia por excelencia en lo que respecta a todos los asuntos relativos al proceso de transición de los sistemas actuales hacia los sistemas IMT-2000 en los países en desarrollo. Por otra parte, aunque está basado en las MTG, el presente documento ha sido actualizado y algunas secciones se han reordenado en aras de una mayor claridad.

En estas Directrices no se compara la calidad de funcionamiento de las distintas tecnologías ni se promueven tecnologías específicas.

El presente documento, que aporta datos sobre los distintos sistemas y tecnologías móviles que podrían contribuir a decidir el proceso de transición adecuado, constituye un complemento ideal del «Manual para la implantación de sistemas IMT-2000» de la UIT, en el que figura información técnica más detallada.

## Declinación de responsabilidad

En algunas secciones de las presentes Directrices se incluye material proveniente de Recomendaciones del UIT-R y el UIT-T. Por consiguiente, puede haber discrepancias en el uso de nombres, siglas y/o términos entre este texto y el resto de las Directrices debido a que el material de origen se ha generado en distintos momentos. En los pocos casos en que haya podido ocurrir esto, se han utilizado los nombres y/o las siglas más recientes.

**Todos los sellos de fábrica y marcas registradas pertenecen a sus propietarios respectivos.**

## Agradecimientos

Las presentes Directrices se han elaborado utilizando información facilitada por distintas administraciones, empresas, grupos y asociaciones del sector industrial, incluidos ejemplos de sus productos, sistemas, modelos y estudios de caso.

Se agradece especialmente la contribución y el asesoramiento recibidos del GT 8A y GT 8F del UIT-R, así como de la Comisión de Estudio Especial y la Comisión de Estudio 19 del UIT-T.



## 1 Introducción

### 1.1 De las actuales redes móviles a las IMT-2000

La transición de los sistemas anteriores a las IMT-2000 a las IMT-2000 tendrá lugar a lo largo de un periodo, lo que permitirá a los operadores explotar plenamente y capitalizar las inversiones efectuadas en su infraestructura anterior a las IMT-2000. Los operadores inalámbricos pueden adoptar distintas opciones a la hora de pasar de los sistemas actuales hacia las IMT-2000. Tanto las administraciones como los operadores deberían estudiar las soluciones disponibles en el momento en el que consideren la transición, y efectuar profundos análisis financieros y técnicos antes de tomar una decisión sobre el mejor método.

La mayoría de los operadores de redes móviles en los países desarrollados ya han concebido un trayecto de evolución hacia redes IMT-2000. En general los operadores de redes GSM, TDMA de América y PDC (celular digital personal) de Japón han identificado trayectos de evolución hacia soluciones IMT-2000 CDMA con ensanchamiento directo (WCDMA) e IMT-2000 TDMA con una sola portadora. Los operadores cdmaOne (IS-95) y algunos operadores de TDMA han identificado trayectos de evolución hacia soluciones IMT-2000 CDMA multiportadora (CDMA2000).

Como es natural, los posibles trayectos de transición reflejan la situación y las condiciones locales, incluido el entorno de prestación de servicios competitivos, la política de penetración de servicios y los aspectos estratégicos y financieros. Antes y durante el proceso de transición es necesario evaluar las repercusiones operacionales y económicas del despliegue de la red. Si se toman en consideración estos aspectos, es evidente que no existe una solución única que sea adecuada para todos los operadores.

### 1.2 Factores que impulsan a las IMT-2000

Algunos objetivos y aspectos clave de las IMT-2000 responden al deseo de crear un sistema mundial capaz de ofrecer nuevos servicios y posibilidades, evolucionar o migrar de los sistemas actuales y funcionar en múltiples entornos.

El sistema mundial imaginado utilizaría una familia de normas mundiales encargada de regir bandas de frecuencias comunes<sup>1</sup>, lo que permitiría la itinerancia internacional y compatibilizaría los equipos a precios razonables.

Los nuevos servicios y capacidades serían considerablemente más avanzados que las tecnologías anteriores a las IMT-2000. Los servicios incluirían una amplia gama de servicios vocales y no vocales, incluidos servicios de transmisión de datos por paquetes y multimedia. Este sistema admitiría una velocidad binaria elevada y ofrecería una portadora radioeléctrica flexible. Se consideró fundamental que las IMT-2000 soportaran capacidades de datos simétricas y asimétricas, la creación de servicios basados en red inteligente (RI), la gestión de perfiles de servicio basada en las Recomendaciones de la serie Q.1200 del UIT-T y la gestión consecuente de los sistemas basada en las Recomendaciones de la serie M.3000 del UIT-T. También se quiso contar con la posibilidad de ofrecer anchura de banda a la carta que soporte una amplia gama de velocidades binarias que abarquen desde el envío de sencillos mensajes de radiobúsqueda a velocidades reducidas hasta la transmisión de señales de voz a velocidades elevadas asociadas con la transferencia de señales de vídeo o ficheros.

Los usuarios recibirían una calidad y una integridad de servicio mayores, comparables a las que ofrecen las redes fijas. También se beneficiarían de sistemas de seguridad mejorados y de una facilidad de funcionamiento.

---

<sup>1</sup> Aunque el objetivo original de las IMT-2000 era una banda de frecuencias común a escala mundial (véase la Recomendación UIT-R M.1308), actualmente en el Reglamento de Radiocomunicaciones se identifican varias bandas de frecuencias, como resultado de las decisiones adoptadas en la CAMR-92 y la CMR-2000.

El desarrollo de las IMT-2000 también estuvo impulsado por la necesidad de que los sistemas evolucionaran y los usuarios efectuaran la migración de manera flexible de los sistemas anteriores a las IMT-2000 y en el marco de las mismas<sup>2</sup>, incluso para que pudieran coexistir y ser compatibles con los sistemas anteriores a las IMT-2000. Sería conveniente una arquitectura abierta, la cual permitiría introducir fácilmente las distintas aplicaciones y los progresos en la tecnología, y compatibilizar los servicios en el marco de las IMT-2000 y con las redes fijas de telecomunicaciones (por ejemplo, RTPC/RDSI).

La flexibilidad que aportarían las IMT-2000 ofrecería capacidades en múltiples entornos, tales como redes de satélite/terrenales integradas, la posibilidad de funcionar en entornos aeronáuticos y marítimos, prestar servicios a los usuarios de servicios móviles y fijos en las zonas urbanas, rurales y distantes, y recibir apoyo para las zonas de elevada y reducida densidad.

En lo tocante a la familia de normas, era conveniente contar con el nivel máximo de compatibilidad entre los distintos tipos de redes a fin de garantizar a los clientes una gran cobertura, itinerancia inalámbrica y servicios coherentes. Asimismo, era preciso utilizar terminales adaptables con programas descargables capaces de admitir las capacidades de múltiples bandas y entornos.

El desarrollo de las IMT-2000 también tuvo su origen en el deseo de contar con una estructura modular que permitiera iniciar el sistema a partir de una configuración lo más pequeña y sencilla posible, y aumentar en tamaño y complejidad, según fuera preciso. Por último, era necesario que las IMT-2000 satisficieran las necesidades de los países en desarrollo y permitieran hacer un mejor uso del espectro radioeléctrico que los sistemas anteriores a las IMT-2000, a saber, poder prestar servicios a precios aceptables, habida cuenta de las distintas demandas de velocidad de transmisión de datos, la simetría, la calidad de canal y el retardo.

Los países en desarrollo han tenido que hacer frente a la tarea de reducir la brecha digital en una coyuntura en la cual la mayoría de ellos aún está luchando con el problema de suministrar acceso vocal. La informatización en gran escala y la propagación de los servicios electrónicos exigen 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 utilice tecnologías inalámbricas y, por consiguiente, las opciones tales como los sistemas xDSL o CATV o RDSI no pueden considerarse a escala masiva. La capacidad de transmitir datos a gran velocidad a través de sistemas inalámbricos, mediante las IMT-2000, proporcionaría una tecnología de acceso inalámbrico móvil que le ofrecería una oportunidad excepcional a las IMT-2000 en estos mercados.

En los países industrializados el bucle de cobre local ha sido desagregado para fomentar la competencia en la esfera de los servicios de banda ancha. Puesto que no es posible proceder a esa desagregación en la red inalámbrica, las tecnologías inalámbricas pueden ser una alternativa para ofrecer servicios de banda ancha en régimen de competencia.

### **1.3 Tecnologías terrenales IMT-2000**

La UIT inició el proceso de normalización de las IMT-2000 mediante una serie de pasos detallados y meticulosos, teniendo en cuenta las expectativas de los usuarios, las necesidades y las fuerzas del mercado, la evolución tecnológica, la transición de los sistemas anteriores a las IMT-2000 hacia las IMT-2000, las necesidades de los países en desarrollo, etc.

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

Las IMT-2000 engloban un conjunto de sistemas de redes de acceso radioeléctrico y redes centrales que se describen en las siguientes subsecciones.

---

<sup>2</sup> Por «Evolución en el marco de las IMT-2000» se entiende la evolución de las diferentes interfaces de radiocomunicaciones terrenales IMT-2000.

### 1.3.1 Redes de acceso radioeléctrico y normas IMT-2000<sup>3</sup>

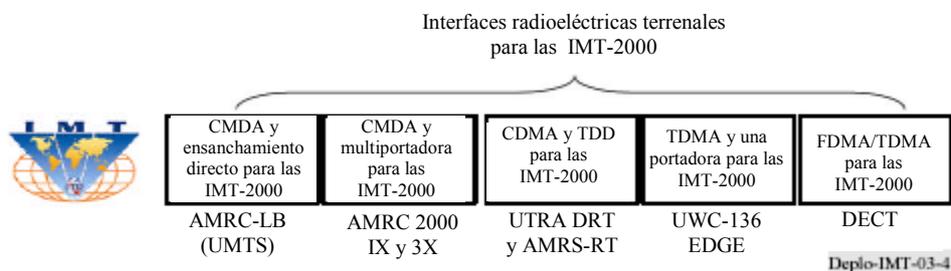
Las tecnologías de acceso radioeléctrico terrenal IMT-2000 utilizan distintas combinaciones de procedimientos: acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de espacio (TD-SCDMA), una sola portadora, multiportadora, dúplex por división de frecuencia (FDD), y dúplex por división de tiempo (TDD). Ninguna de las tecnologías IMT-2000 emplea el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) puro, en el que se usa completamente un canal radioeléctrico para un solo usuario.

#### 1.3.1.1 Normas de radiocomunicaciones terrenales IMT-2000

Las interfaces radioeléctricas para las IMT-2000 se especifican en la Recomendación UIT-R M.1457. Los sistemas e interfaces de radiocomunicaciones IMT-2000 se describen más detalladamente en el «Manual para la implantación de sistemas IMT-2000».

Las normas IMT-2000 constituyen un sistema muy flexible que puede soportar muchos servicios y aplicaciones. Las normas permiten utilizar cinco interfaces radioeléctricas que utilizan tres técnicas de acceso diferentes (FDMA, TDMA y CDMA).

**Figura 1.3.1.1 – Interfaces radioeléctricas terrenales para las IMT-2000<sup>4</sup>**



<sup>3</sup> En este documento se entiende por «norma» una especificación publicada por una Organización Normativa, como por ejemplo las Recomendaciones UIT-R o UIT-T.

<sup>4</sup> El término UWC-136 ya no se utiliza para designar una CDMA y una sola portadora para las IMT-2000.

**Cuadro 1.3.1.1 – Interfaces radioeléctricas terrenales para las IMT-2000**

Denominación explícita	Nombres habituales
CDMA y ensanchamiento directo para las IMT-2000	UTRA FDD WCDMA UMTS
CDMA y multiportadora para las IMT-2000	CDMA2000 1X y 3X CDMA2000 1xEV-DO CDMA2000 1xEV-DV
CDMA y dúplex por división de tiempo para las IMT-2000	UTRA TDD con alta frecuencia de segmentos a 3,84 Mchip/s UTRA TDD con baja frecuencia de segmentos a 1,28 Mchip/s (TD-SCDMA) UMTS
CDMA y una sola portadora para las IMT-2000	EDGE
FDMA/TDMA (frecuencias-tiempo) para las IMT-2000	DECT

### 1.3.1.2 Red radioeléctrica

La red de acceso radioeléctrica está formada por uno o varios sistemas de red radioeléctrica. El sistema de red radioeléctrica (RNS) es el sistema del equipo estación de base (transmisor-receptor, controladores, etc.) que es, para el centro de conmutación móvil (MSC) la entidad encargada de las comunicaciones con las estaciones móviles en un determinado territorio. El equipo de radio de un RNS puede soportar una o varias células, y cada RNS puede estar formado por una o más estaciones de base. La misma red de acceso radioeléctrica puede soportar las interfaces UTRA FDD y UTRA TDD para las IMT-2000.

### 1.3.2 Redes básicas IMT-2000

Además de la red radioeléctrica, el otro elemento fundamental de la familia terrenal de las IMT-2000 es la red básica. Esta sección contiene información sobre las redes básicas para los miembros de la familia IMT-2000 especificados en cada uno de los Proyectos de Asociación 3G y transformados en normas por sus respectivas organizaciones de normalización (SDO). En las siguientes subsecciones se describen dos de estos miembros de la familia IMT-2000.

El UIT-T está considerando algunos aspectos de la armonización de las redes básicas de los miembros de la familia IMT-2000. Uno de estos ámbitos es la determinación de las diferencias entre los subsistemas multimedios IP de los dos Proyectos de Asociación 3G. Estos trabajos están convergiendo de una manera armoniosa en el marco de los proyectos de asociación 3G, y se prevé que constituirán el fundamento de una red básica armonizada para sistemas posteriores a las IMT-2000.

El modo transferencia asíncrona (ATM) y el protocolo Internet (IP) son las dos tecnologías y protocolos que resultarán esenciales para la implantación de las redes básicas IMT-2000. Estas tecnologías de transporte de red se describen en el «Manual para la Implantación de Sistemas IMT-2000».

En el siguiente Cuadro se indican los dos<sup>5</sup> tipos de red básica IMT-2000 recomendados por la UIT:

<sup>5</sup> En el «Manual para la implantación de sistemas IMT-2000» se identifican tres normas de red básica. No obstante, en el UIT-T sólo se han definido oficialmente las dos primeras normas como Recomendaciones de la UIT Q.1741.x y Q.1742.x.

**Cuadro 1.3.2.1 – Recomendaciones de red básica IMT-2000**

Las redes básicas IMT-2000 de los dos miembros de la familia se definen en las Recomendaciones del UIT-T Q.1741 sobre el sistema global para comunicaciones móviles (GSM) que ha evolucionado hacia la red medular del sistema de telecomunicaciones móviles universales y Q.1742 sobre la red medular desarrollada ANSI-41 con red de acceso CDMA2000.

<b>Nombre completo</b>	<b>Recomendaciones UIT-T relativas a la red básica</b>	<b>Tecnologías radioeléctricas IMT-2000 admitidas por esta red básica</b>
Red básica UMTS resultante de una anterior red GSM	Q.1741.1 (Publicación 99 de 3GPP) Q.1741.2 (Publicación 4 de 3GPP) Q.1741.3 (Publicación 5 de 3GPP) Q.1741.m (m significa «publicación futura»)	IMT-2000 CDMA con ensanchamiento directo IMT-2000 CDMA TDD IMT-2000 TDMA monoportadora
Nueva versión de red básica ANSI-41 con red de acceso de tipo CDMA2000	Q.1742.1 (especificaciones 3GPP2 al 17 de julio de 2001) Q.1742.2 (especificaciones 3GPP2 al 11 de julio de 2002) Q.1742.3 (especificaciones 3GPP2 al 30 de junio de 2003) Q.1742.n (n significa «publicación futura»)	IMT-2000 CDMA multiportadora

Este tipo de red básica IMT-2000 está definido en la serie de Recomendaciones UIT-T Q.1741.x y Q.1742. En los Anexos A y B a las Directrices a mediano plazo (MTG) (<http://www.itu.int/itudoc/itu-d/question/studygr2/87040.html>) se extraen y presentan con fines informativos.

**1.4 Consideraciones relativas a los satélites**

En general, los componentes satelital y terrenal de las IMT-2000 se complementan entre sí proporcionando servicios a zonas a las que uno solo no puede dar cobertura de forma rentable. Cada componente tiene determinadas ventajas e inconvenientes. El componente satelital puede proporcionar cobertura a zonas que pueden no ser rentables para el componente terrenal; esto se aplica, por otra parte, a las zonas rurales y distantes. El hecho de proporcionar cobertura por satélite en zonas más densamente pobladas fomentará ulteriormente la prestación de cobertura mediante el componente terrenal. Asimismo, los sistemas de satélite IMT-2000 pueden proporcionar una capa multidifusión como complemento de las redes móviles terrenales IMT-2000.

Hay actualmente seis sistemas de satélite que, atendiendo a sus interfaces radioeléctricas, se han definido como parte de la familia de las IMT-2000 (véanse las Recomendaciones UIT-R M.1455 y UIT-R M.1457), para los cuales se propone introducir una nueva interfaz. Cabe esperar que cada uno de esos sistemas funcione de manera independiente de los demás. La idea es que todos esos sistemas proporcionen cobertura a zonas de servicio regionales, multirregionales o mundiales, razón por la cual puede darse la posibilidad de que existan varios sistemas de satélite capaces de proporcionar servicio en cualquier país.

Las presentes Directrices se centran en el elemento terrenal de los sistemas IMT-2000.

## 1.5 Organizaciones de desarrollo normativo relacionadas con las IMT-2000

Las Recomendaciones de la UIT para las IMT-2000 fueron redactadas teniendo en cuenta los resultados de las organizaciones que proponen tecnologías de interfaz radioeléctrica, los proyectos mundiales de colaboración y las organizaciones de normalización nacionales y regionales. En el Cuadro 1.5 se especifican las interfaces radioeléctricas definidas por organizaciones externas.

**Cuadro 1.5 – Interfaces radioeléctricas terrenales para las IMT-2000: Organizaciones externas**

Nombre completo	Organizaciones externas
CDMA y ensanchamiento directo para las IMT-2000	3GPP
CDMA y multiportadora para las IMT-2000	3GPP2
CDMA y dúplex por división de tiempo (tiempo-código) para las IMT-2000	3GPP
TDMA y una sola portadora para las IMT-2000	CMNT ATIS y TIA
FDMA/TDMA (frecuencia-tiempo) para las IMT-2000	ETSI

Informes sobre la situación actual y el avance de los trabajos relativos a Recomendaciones/ Informes/Manuales de la UIT para las IMT-2000 en [http://www.itu.int/ITU-D/IMT-2000/ProgressStatus\\_textIMT2000.PDF](http://www.itu.int/ITU-D/IMT-2000/ProgressStatus_textIMT2000.PDF).

## 2 Elaboración de políticas estratégicas para la transición de las redes existentes hacia las IMT-2000

La diversidad de situaciones reinantes en los países en desarrollo en materia de tecnología y desarrollo de redes móviles exige la elaboración de diferentes políticas destinadas a las IMT-2000. La formulación de una política de transición se basa en el análisis de los aspectos esenciales, es decir, aquellos que tienen un efecto sobre la demanda, la inversión y los ingresos. Aunque estos aspectos son comunes en todos los países, merecen considerarse en particular sus consecuencias para los países en desarrollo (el Anexo C a las MTG contiene una descripción de la metodología y las hipótesis de evolución). El Gobierno, en su calidad de órgano decisorio, debería elaborar políticas destinadas a propiciar la implantación de IMT-2000 teniendo en cuenta las condiciones locales.

### 2.1 Necesidades normativas especiales de los gobiernos, las entidades operadoras, los reguladores y los usuarios en los países en desarrollo

El número de abonados al servicio móvil en los países en desarrollo es reducido en comparación con los países industrializados, pero dicho número está aumentando apreciablemente. De hecho, en muchos países la tasa de penetración del servicio móvil supera a la tasa correspondiente al servicio fijo, y por lo tanto los países en desarrollo ofrecen grandes posibilidades al respecto. Pero debido a las condiciones económicas, los usuarios de los países en desarrollo pueden asignar una parte muy reducida de sus ingresos a las telecomunicaciones. Debido a la existencia de servicios adicionales como la videoconferencia e Internet móvil a alta velocidad, se prevé que algunas tasas de utilización de los servicios IMT-2000 serán más altas que las de los actuales servicios móviles. Como resultado de ello, algunos abonados a sistemas pre-IMT-2000 de los países en desarrollo pueden preferir seguir utilizando los servicios actuales en las mismas condiciones. Por consiguiente, la protección de los derechos de los abonados actuales que prefieran abstenerse de dicha migración es un aspecto importante.

Los costos serán otro aspecto decisivo para los operadores, dado que sus inversiones en los actuales sistemas móviles pre-IMT-2000 son ingentes y los ingresos podrían no haber cubierto aún esos gastos. Los operadores deben considerar estos costos al planificar el despliegue de sistemas IMT-2000, y el despliegue real podría verse retardado. Con miras a capitalizar los sistemas móviles actuales, las redes y terminales IMT-2000 deberían ser compatibles, en el mayor grado posible, con los actuales sistemas pre-IMT-2000, y reutilizar la infraestructura actual pre-IMT-2000 para el despliegue de sistemas IMT-2000, puesto que la compartición de infraestructuras puede conducir a una reducción de los costos. Por otro lado, debería haber un número suficiente de terminales en modo dual a un precio razonable que los usuarios de los países en desarrollo puedan pagarlos. Esto ayudaría a las IMT-2000 a penetrar con rapidez en el mercado.

También es importante reconocer que las necesidades de los países en desarrollo no deben estar relacionadas únicamente con los aspectos topográficos y técnicos, sino que éstas también deben expresarse en función de las condiciones sociales comúnmente definidas para que la población en su conjunto pueda encaminarse hacia la sociedad de la información de conformidad con la Declaración de Principios y el Plan de Acción de la CMSI.

### *Seguridad*

Se prevé que las IMT-2000 aporten ventajas con respecto a los ciberservicios y las ciberaplicaciones que únicamente podrán aprovecharse si las nuevas tecnologías, como las IMT-2000, resuelven los problemas de falta de seguridad y confidencialidad.

A este respecto, es preciso garantizar que las tecnologías IMT-2000:

- no son perjudiciales para los usuarios y la población;
- están protegidas contra distintos ataques (virus, etc.);
- están protegidas contra la piratería (acceso a la información, modificación, destrucción de información, etc.);
- aseguran la protección de la vida de las personas y la privacidad de los datos que se transmiten.

La adopción de dichas medidas permitirá a las autoridades locales y a los órganos decisorios escoger un sistema tomando en consideración el grado en que garantiza seguridad y la máxima confianza a las empresas, a los usuarios y al resto de los ciudadanos.

### *Capacitación*

Como una tecnología de tercera generación (3G), las IMT-2000 no sólo constituyen una tecnología nueva sino que también se encuentran entre las últimas tecnologías cuyas técnicas y modo operativo difieren de las tecnologías de primera y segunda generación. A este respecto, la migración de las redes actuales a las IMT-2000 requiere suficiente experiencia técnica en el estudio, la implantación, la ejecución y el mantenimiento de los nuevos sistemas, sin la cual la instalación de las redes IMT-2000 no aportará los beneficios previstos.

Esta capacitación, que permitirá a los países en desarrollo disponer del número de personas suficiente para garantizar una transición tecnológica armoniosa hacia las redes IMT-2000, podría llevarse a cabo principalmente de tres maneras, a saber:

- a través de seminarios, conferencias y talleres de capacitación organizados en países en desarrollo;
- mediante formación básica (por conducto de alianzas con instituciones de capacitación locales, subregionales y regionales en el mundo en desarrollo);
- por medio de la enseñanza a distancia.

*Fomento de la industria local*

La reducción del costo de los servicios es uno de los objetivos de los operadores de telecomunicaciones y los usuarios de los servicios en los que se utilizan las IMT-2000. Para alcanzar ese objetivo sería conveniente promover la creación de industrias para la fabricación de equipos de las IMT-2000 y respaldar la creación de contenidos locales en los países en desarrollo.

Estas industrias locales permitirían no sólo reducir el costo de los equipos y servicios IMT-2000 sino también garantizar la transición de tecnología y la adaptación de los equipos IMT-2000 a las condiciones locales (idioma, nivel de alfabetización, etc.).

La creación de contenidos locales para las aplicaciones IMT-2000 resultará en nuevas oportunidades de trabajo en los países en desarrollo y repercutirá positivamente en los servicios educativos e informáticos.

*Prestación de acceso/servicio universales*

Las disparidades entre los países desarrollados y en desarrollo, por una parte, y entre las zonas urbanas y rurales, por otra, están aumentando en lo que se refiere a las infraestructuras de la comunicación.

Las administraciones de los países en desarrollo previeron, en el marco de sus políticas de telecomunicaciones, recurrir a las IMT-2000 para acceder a la sociedad de la información y como instrumento para garantizar el servicio universal. Esto significa que las IMT-2000, que permiten ofrecer servicios de comunicación avanzada a la mayoría de los usuarios finales, deberían ser accesibles desde todo el territorio nacional de cada país.

Para poder garantizar el acceso de todos a la sociedad de la información y reducir la brecha digital, es fundamental ofrecer servicios de calidad óptima y cobertura rentable en las zonas con baja densidad e insuficientemente atendidas. En muchas zonas, las comunicaciones móviles en general y las IMT-2000 en particular brindarán la única posibilidad de ofrecer servicio universal y, por ende, de reducir la brecha digital y beneficiarse de los objetivos de la Declaración de Principios y el Plan de Acción de la CMSI en relación con la sociedad de la información.

**2.1.1 Necesidades especiales de los operadores**

Tanto en los países industrializados como en desarrollo, la reducción de los costos de infraestructura al mínimo es una cuestión de interés para los operadores. Sin embargo, debido a las bajas tasas de penetración y ARPU en los países en desarrollo, esta limitación es aún más gravosa en dichos países. Por lo tanto, desde el punto de vista de los operadores, se necesita un entorno de reglamentación que reduzca al mínimo los costos de implementación y despliegue (tales como obligaciones duraderas de cobertura, bajos derechos de licencia, elección entre posibles tecnologías que permitan un despliegue de red eficaz en relación con el costo, posibilidad de utilizar bandas de frecuencias inferiores, compartición de infraestructuras). Por otro lado, dado que en la mayor parte de los países en desarrollo las redes móviles proporcionan una cobertura mayor que las redes fijas, las administraciones de esos países podrían tender a promover la utilización de dichas redes para aplicaciones fijas y de datos.

En el Cuadro 2.1.1 se enumeran las necesidades de los operadores y sus fundamentos.

---

**Cuadro 2.1.1 – Necesidades especiales de los operadores**

Tema	Necesidades de los operadores y sus fundamentos
Costos	Los costos de transición deberían reducirse al mínimo. La infraestructura existente debería utilizarse en la mayor medida posible. Recuperación de los costos de explotación (OPEX) y de los gastos de capital (CAPEX) inherentes a la evolución/migración.
Acceso inalámbrico fijo	Algunos operadores podrían ofrecer acceso inalámbrico fijo a servicios IMT-2000 en zonas urbanas y rurales.

**Cuadro 2.1.1 – Necesidades especiales de los operadores**

Obligaciones de instalación y cobertura	<p>En algunos casos los reguladores fijan los objetivos de penetración de cobertura/servicio y el calendario de instalación.</p> <p>Los objetivos de cobertura de los sistemas IMT-2000, los cuales se alcanzarán con el correr del tiempo, deben coincidir con la terminación de los actuales sistemas pre-IMT-2000.</p> <p>Las obligaciones de instalación deben fijarse teniendo en cuenta los objetivos comerciales del operador y los intereses del usuario.</p>
Marco temporal de la transición	El marco temporal para la transición de las actuales redes móviles y fijas hacia sistemas IMT-2000. Los operadores deberían contar con la máxima flexibilidad posible para determinar y recorrer el trayecto de transición.
Aplicación masiva	Las aplicaciones tales como la teleeducación, la telemedicina y el cibergobierno pueden exigir tecnologías IMT-2000.
Apoyo del gobierno	Función de las subvenciones estatales con destino a la infraestructura y/o las aplicaciones avanzadas (no para infraestructura sino para la asequibilidad general de los servicios, con inclusión de las obligaciones de servicio universal).
Depreciación	Posible depreciación de las inversiones en infraestructura, mientras se espera la demanda de servicios IMT-2000.
Bandas IMT-2000	Es necesario disponer de acceso a las bandas de frecuencias y al espectro adecuados. La utilización de frecuencias inferiores a 1 GHz y la atribución de futuras bandas de frecuencias por una CMR/CAMR podría resultar beneficiosa para proporcionar cobertura de una manera rentable. La utilización de bandas IMT-2000 armonizadas conduciría a una disminución de los costos de equipos y facilitaría la itinerancia a escala mundial.
Condiciones técnicas y administrativas	Condiciones para la utilización del espectro (concesión de licencias/ itinerancia/cobertura/obligaciones de otros operadores).
Compartición de infraestructura	La compartición de recursos (radioeléctricos/redes) para un rápido despliegue y cobertura (operador de red virtual) podría fomentarse para facilitar el rápido despliegue de nuevas tecnologías y la disminución de los costos para los operadores.
Componente de satélite	Utilización del componente de satélite de las IMT-2000.
Análisis mercantil y objetivos comerciales	¿Cómo facilitar los análisis de mercado y el logro de los objetivos comerciales? (alfabetización de la población, ingresos disponibles, etc.).
Servicios y aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unos derechos de entrada bajos contribuirían a reducir el costo de entrada para el proveedor de servicio.</li> <li>• Utilización de las IMT-2000 para acceder a la educación en aldeas remotas, promover el desarrollo económico en zonas rurales y facilitar el acceso a Internet a un precio asequible.</li> </ul>
Disponibilidad de equipos de múltiples vendedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La existencia de múltiples vendedores conduce a una intensificación de la competencia con un efecto positivo en el precio para los operadores.</li> <li>• Se debería reducir al mínimo la dependencia de los operadores con respecto a los vendedores.</li> <li>• Los sistemas con vendedores múltiples exigen la normalización para una comunidad amplia y conducen a normas abiertas.</li> </ul>

### 2.1.2 Necesidades especiales de los reguladores

A los reguladores de los países en desarrollo les podría interesar establecer en particular un marco reglamentario y jurídico que reduzca al mínimo los costos de instalación de redes, facilitando al mismo tiempo cobertura de red generalizada y de servicios y aplicaciones específicos y «eficaces desde el punto de vista social» (por ejemplo, cibernidad, cibereducación). La aplicación de políticas educativas que promuevan un aumento de la tasa de alfabetización contribuiría a potenciar las capacidades de la población para utilizar servicios IT (tecnologías de la información). Para mayor información sobre la flexibilidad de la reglamentación, véase la Sección 2.2 *infra*.

**Cuadro 2.1.2 – Necesidades especiales de los reguladores**

Tema	Necesidades de los reguladores y sus fundamentos
Tratamiento y concesión de licencias	Sacar provecho de la experiencia de los países desarrollados en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• métodos para la concesión de licencias,</li> <li>• condiciones de las licencias,</li> <li>• derechos de licencia,</li> <li>• número de licencias.</li> </ul>
Bases de datos	Sacar provecho de la experiencia de los países desarrollados en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• las solicitudes de propuestas para la concesión de licencias IMT-2000;</li> <li>• las razones fundamentales para preferir ciertos métodos de concesión de licencias;</li> <li>• información sobre los métodos de determinación de las ofertas más económicas;</li> <li>• los acuerdos de concesión normalizados –incluidas las disposiciones relacionadas con la calidad de servicio, la numeración, la interconexión, la itinerancia, la cobertura, la compartición de infraestructuras, etc.– que han sido firmados con operadores de sistemas IMT-2000;</li> <li>• una lista de los derechos y obligaciones de los operadores de sistemas IMT-2000, con las razones fundamentales de cada uno.</li> </ul>

### 2.1.3 Necesidades especiales de los usuarios

La facilidad de uso y la compatibilidad seguirán siendo de suma importancia para el usuario. Cabe señalar que los usuarios no están interesados en la tecnología IMT-2000 en sí sino en los servicios y las aplicaciones que ofrece. Cada tipo de usuario tiene distintas necesidades y, por consiguiente, es preciso estudiar las plataformas de servicios que permitirán a los operadores diferenciar sus ofertas de servicios e introducir armoniosamente nuevos servicios.

A causa de los bajos niveles de ingresos, en los países en desarrollo la capacidad de los usuarios para sufragar servicios de telecomunicaciones es menor que en los países industrializados. Los servicios y las aplicaciones IMT-2000 pueden adaptarse para atender a las necesidades de determinadas regiones en lo que se refiere a los idiomas locales. La asequibilidad de los servicios y terminales es fundamental para los usuarios.

Las usuarias constituyen una proporción elevada en el mercado de los servicios móviles, por lo que requieren un estudio específico en relación con los servicios y las aplicaciones. Las mujeres podrían mejorar considerablemente su condición social mediante la explotación de tecnologías de comunicaciones inalámbricas, especialmente en el ámbito del empleo, la salud y la enseñanza. Por ejemplo, el programa *Village Grameen Phone* (teléfono de aldea) en Bangladesh y Uganda ofrece a las mujeres microcréditos para adquirir teléfonos móviles con miras a revender servicios de transmisión de voz en sus aldeas a personas que de otra forma no tendrían acceso a servicios telefónicos. Estas microempresas aportaron beneficios considerables a las mujeres que participaron en ellas, los cuales potenciaron su poder económico y social en sus propias comunidades<sup>6</sup>.

**Cuadro 2.1.3 – Necesidades especiales de los usuarios**

Tema	Necesidades de los usuarios y sus fundamentos
Costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asequibilidad de los servicios y terminales para el usuario.</li> <li>• Las tarifas deberían ser asequibles para los usuarios finales.</li> <li>• Servicios de pago previo.</li> </ul>
Terminales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de utilización y conveniencia de los terminales, incluidas baterías de larga duración.</li> <li>• Los terminales deberían atender a las necesidades locales en lo que respecta al lenguaje y deberían tomar en consideración el nivel de alfabetización a lo largo del país.</li> </ul>
Facilidad de itinerancia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los usuarios desean utilizar sus terminales mientras viajan.</li> <li>• La itinerancia se ve facilitada por los precios bajos y la disponibilidad de tecnologías/terminales compatibles en países extranjeros.</li> </ul>
Servicios y aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de sistemas IMT-2000 con fines educativos en aldeas distantes, desarrollo económico en zonas rurales, acceso a Internet a un precio asequible.</li> <li>• Toma en consideración las necesidades de las usuarias.</li> <li>• Formación de los usuarios en lo que respecta a las aplicaciones inalámbricas de datos.</li> </ul>
Portabilidad del número	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da a los usuarios la posibilidad de escoger el operador que desee sin tener que cambiar de número de teléfono, lo que suele ser de vital importancia para las empresas o por motivos personales.</li> </ul>

<sup>6</sup> El programa *Village Grameen Phone* en Bangladesh y Uganda proporcionó a las mujeres en las aldeas rurales créditos para adquirir material inicial (por valor aproximado de 250 USD), un teléfono móvil y una batería, una tarjeta SIM, 100 000 minutos en llamadas, señalización y comercialización, un sistema de recarga (batería de automóvil/solar) y un manual para el operador de *Village Phone*. El programa ha sido un gran éxito. Además de ampliar la cobertura a más de 60 millones de usuarios y mejorar la condición de las mujeres, se ha demostrado que el programa puede romper el círculo de la pobreza, puesto que las mujeres participantes logran un ingreso neto medio de 58 USD y sus hijos tienen más posibilidades de terminar la escuela (véase la dirección: [http://gfusa.org/technology\\_center/village\\_phone/](http://gfusa.org/technology_center/village_phone/)).

Si bien el ejemplo de *Grameen Phone* es una aplicación de segunda generación, muestra que si las mujeres tienen acceso a las tecnologías IMT-2000 en el mundo en desarrollo, serán capaces de lograr aún mayores beneficios de los equipos avanzados y las velocidades de transmisión de datos superiores, si se les da la posibilidad de utilizar o probar estas tecnologías de manera constructiva. Se ha reconocido que el uso de las tecnologías IMT-2000 contribuye a mejorar la industria de cuidados sanitarios, en la cual las mujeres de los países en desarrollo suelen estar extremadamente desfavorecidas debido a que no cuentan con centros de salud en sus aldeas ni pueden desplazarse la distancia necesaria para recibir atención sanitaria adecuada. Las tecnologías IMT-2000 permiten prestar servicios sanitarios directamente en las comunidades necesitadas. Actualmente en las zonas rurales de Australia existe un servicio móvil de control mamario que atiende a las mujeres en las zonas aisladas en una furgoneta provista de instrumental médico en la que se realizan mamografías *in situ*, se registran los resultados de las pruebas y la información de la paciente en su sistema de gestión de la información del cliente y se envían los historiales médicos digitales a los centros de evaluación a través de la red IMT-2000<sup>7</sup>.

## 2.2 Flexibilidad reglamentaria para permitir la transición

La adopción de políticas flexibles que permitan asignar espectro radioeléctrico a escala nacional y escoger tecnologías proporciona incentivos mercantiles para el desarrollo y despliegue de servicios inalámbricos avanzados en todo el mundo. Los reguladores podrían considerar oportuno permitir que los operadores efectúen la transición de sus sistemas pre-IMT-2000 hacia sistemas IMT-2000 utilizando el espectro que tienen atribuido, de modo que éstos no se vean obligados a utilizar dichos sistemas en nuevas bandas de frecuencias. Esta flexibilidad en materia de espectro beneficia a los operadores, al permitirles que destinen recursos de capital al perfeccionamiento de sus sistemas y puedan así mantener los precios reducidos. Esto también se puede lograr reduciendo al mínimo los costos de las licencias atribuidas para la utilización de nuevo espectro.

La UIT recomienda que se instalen sistemas IMT-2000 en cualquiera de las bandas identificadas para las IMT-2000 en el Reglamento de Radiocomunicaciones. En la Recomendación M.1036 de la UIT se afirma que las administraciones pueden instalar sistemas IMT-2000 en bandas distintas de las indicadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

Algunos países han concedido licencias para sistemas IMT-2000 en bandas que actualmente no se utilizan para sistemas anteriores a las IMT-2000, pero se identifican en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Además, en algunos países se están perfeccionando sistemas para las IMT-2000 en las bandas 800 MHz, 1 800 MHz y 1 900 MHz. Existen distintas opciones que contribuyen a facilitar la transición en banda. Los organismos reguladores deberían evaluar dichas opciones con detenimiento y escoger la que se ajuste mejor a sus necesidades.

A continuación se explican estas opciones:

En primer lugar, no existen limitaciones reglamentarias en relación con las tecnologías que se han de utilizar en las bandas móviles existentes. Así pues, será necesario suprimir las reglamentaciones y/o las condiciones de licencias en las que se especifique la utilización de una tecnología o norma en particular en dichas bandas.

En segundo lugar, también habría que modificar las definiciones de servicio para contemplar esa nueva flexibilidad, lo que se puede lograr mediante reglamentaciones o licencias a tenor de las cuales se autoriza la prestación de servicios móviles (por ejemplo, celulares, PCS o IMT-2000), manteniendo la definición amplia y no específica. Por ejemplo, el recurso a definiciones amplias ha permitido a los operadores de servicios anteriores a las IMT-2000 en distintos países proseguir la transición hacia las IMT-2000 dentro de las mismas bandas utilizando la tecnología que les resulte más eficaz. En estos casos, el operador escoge las tecnologías que mejor satisfacen sus objetivos comerciales. Además, el operador goza de la flexibilidad necesaria para introducir una nueva tecnología en cualquier momento dentro del periodo de validez de su licencia.

---

<sup>7</sup> *Telstra and Victoria Regional Health Alliance*; CDMA2000 1xEV-DO: Servicio de mamografía virtual a distancia.

Otra posibilidad para facilitar la transición en banda consiste en que el organismo regulador mejore las licencias existentes e identifique las tecnologías que prefiere para ajustarse a las necesidades de los usuarios finales y los operadores. Estas tecnologías pueden ser, por ejemplo, la familia de las IMT-2000. De este modo, se simplifica la tarea de gestión del espectro por parte del regulador dado que las propiedades (a saber, las emisiones espectrales, la potencia de transmisión, la separación de canales, etc.) de las tecnologías que se van a instalar ya se conocen en la fase de concesión/mejora de la licencia. De las tecnologías preferidas, los operadores pueden escoger las más adecuadas y el momento de instalarlas.

El establecimiento de normas técnicas específicas destinadas a evitar la interferencia perjudicial entre operadores puede ayudar a superar el problema de la interferencia perjudicial entre titulares de licencias que utilizan sistemas pre-IMT-2000 e IMT-2000 en canales adyacentes en la misma zona. Estas normas técnicas incluyen la imposición de límites para las emisiones fuera de banda, la densidad de flujo de potencia o la intensidad de campo en el borde de las zonas de servicio o fronteras, bandas de guardia, así como la imposición de requisitos de coordinación.

### **2.3 Satisfacción de necesidades especiales para la transición hacia las IMT-2000**

Probablemente la instalación de un sistema inalámbrico resulte menos onerosa y más rápida que la instalación de una red alámbrica. Además, los sistemas inalámbricos pueden configurarse para cursar tanto el tráfico fijo como móvil. Esto ofrece flexibilidad a los operadores para satisfacer la demanda de ambos tipos de servicios, demanda que puede variar con el tiempo. Los sistemas inalámbricos tales como las IMT-2000 también pueden ofrecer servicios vocales básicos y servicios de datos a una velocidad variable de baja a alta. La capacidad de prestar tanto servicios básicos como avanzados supone otra ventaja para los operadores que desean ampliar sus redes a medida que aumenta la demanda de esos servicios.

#### **2.3.1 Soluciones para zonas con baja densidad**

En zonas rurales con población dispersa y/o baja densidad de tráfico, las ventajas que ofrece la cobertura de gamas de frecuencias inferiores será una consideración importante para el despliegue de sistemas inalámbricos, con inclusión de las IMT-2000. En bajas frecuencias las ondas radioeléctricas se propagan o viajan con más rapidez que en frecuencias superiores. Estas variaciones de la velocidad de propagación en función de la frecuencia dan lugar a una mayor cobertura por sitio de célula en un sistema celular que funciona en una gama de frecuencias inferior, en comparación con otro sistema que funciona en bandas de frecuencias superiores. La mayor cobertura por sitio de célula permite que un menor número de células proporcione servicio en una zona geográfica. Además, existe una relación inversa entre la máxima velocidad media de datos alcanzable y la gama de células máxima.

#### **2.3.2 Soluciones para zonas con alta densidad**

Muchos países en desarrollo tienen ciudades con gran densidad de población y un ritmo de crecimiento tan rápido que no es posible instalar líneas fijas con la velocidad que sería necesaria para atender la demanda. En tales casos, los sistemas inalámbricos tales como las IMT-2000 podrían ser una solución flexible y rentable.

Las IMT-2000 pueden utilizarse para radios de células pequeños, como se requiere en zonas con gran densidad de población, recurriendo a la relación inversa entre la máxima velocidad media de datos alcanzable y la máxima gama de células. En general, por medios técnicos se puede establecer un equilibrio entre la capacidad de tráfico y las velocidades de datos superiores.

#### **2.3.3 Soluciones para zonas con densidad combinada (baja y alta)**

En los países en desarrollo, a menudo se encuentran zonas amplias poco pobladas y zonas reducidas con gran densidad de población. Las tecnologías IMT-2000 están diseñadas para funcionar en distintas frecuencias, desde bandas de frecuencias bajas hasta altas, con objeto de atender a las necesidades específicas de los operadores. Para ello, los operadores pueden implantar versiones complementarias de las IMT-2000 en distintas bandas de frecuencias. Por ejemplo, del mismo modo que GERAN (red de acceso radioeléctrico

GSM/EDGE) se adapta mejor a las grandes células, UTRAN (red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS) puede utilizarse como complemento de GERAN para mejorar la capacidad de tráfico y ofrecer velocidades de transmisión de datos considerablemente más elevadas en las zonas con gran densidad de población. Asimismo, el sistema CDMA2000 1X que funciona en bandas de frecuencias bajas puede proporcionar cobertura en las zonas amplias, mientras que el sistema CDMA2000 1xEV-DO puede ofrecer mayor capacidad y velocidades de transmisión de datos elevadas en las zonas más densamente pobladas.

Por último, es importante señalar que los operadores de sistemas inalámbricos en gamas de frecuencias inferiores, como por ejemplo por debajo de 1 GHz, pueden ofrecer servicios tanto en zonas rurales como urbanas con gran densidad utilizando la misma red por lo que se refiere a la tecnología y la gama de frecuencias. Según se indicó anteriormente, los operadores de grandes países que poseen zonas rurales y población dispersa, además de zonas con gran densidad de población (como Brasil, Canadá y los Estados Unidos), están en condiciones de atender la demanda de servicios vocales y de datos utilizando redes IMT-2000 en bandas inferiores a 1 GHz. En las zonas con gran densidad, debido a la apreciable carga de tráfico, podría ser necesario utilizar espectro adicional, de preferencia en las bandas de frecuencias armonizadas.

### **2.3.4 Servicio/acceso universal a servicios básicos y avanzados**

Además de mejorar el acceso a los servicios vocales básicos, los países en desarrollo también están tratando de ampliar la definición de servicio/acceso universal para incluir a los servicios de datos tales como el acceso a Internet. Gracias a sus velocidades de datos superiores, las tecnologías IMT-2000 pueden hacer llegar servicios avanzados a un mayor número de usuarios, sin dejar de atender a necesidades sociales importantes como el suministro de conectividad a alta velocidad a clínicas, escuelas, bibliotecas, gobiernos, telecentros y otros usuarios prioritarios, especialmente las mujeres y los jóvenes en las zonas rurales. Los operadores pueden utilizar las tecnologías IMT-2000 para cumplir las obligaciones de servicio universal, en particular en las zonas rurales donde la penetración de redes fijas es reducida o inexistente.

### **2.3.5 Ampliación de los servicios IMT-2000 para abarcar otros tipos de acceso, con inclusión del acceso por redes fijas**

Las tecnologías inalámbricas, con inclusión de las IMT-2000, se pueden utilizar para aplicaciones móviles o fijas. Con frecuencia los reguladores deciden atribuir espectro a sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA, *fixed wireless access*) para contribuir al aumento de la teledensidad, crear competencia y fortalecer el bucle local. Los operadores de sistemas FWA pueden imponer diferentes tarifas para los servicios fijo y móvil, aun cuando cada servicio pueda ser proporcionado utilizando el mismo equipo. Asimismo, gracias a las capacidades de transmisión de datos a alta velocidad que poseen las tecnologías IMT-2000, los usuarios podrían decidir utilizar dichas tecnologías para el acceso a Internet. Además de acceder a Internet directamente a través de aparatos inalámbricos o agendas digitales personales, los aparatos IMT-2000 pueden utilizarse como un módem conectado a un computador portátil o de escritorio mediante tecnología Bluetooth o cables. También se dispone de tarjetas PCMCIA con capacidades IMT-2000; se trata de tarjetas módem inalámbricas que se enchufan en un ordenador portátil o un computador de escritorio tradicional.

En la Recomendación Q.1761<sup>8</sup> se estipulan los requisitos para la utilización de redes fijas en la función de redes de acceso fijo.

## **2.4 Ofertas de servicios IMT-2000**

Entre las ofertas de servicios móviles e IMT-2000 características figuran las siguientes: voz, vídeo, vídeo en secuencias, multimedios interactivos, transferencia de ficheros e imágenes, navegación por la web (acceso Internet e Intranet), correo electrónico, distintos tipos de servicios de información (salud, educación, gobierno, comercio), telemetría, mensajería (SMS, MMS), juegos y entretenimiento.

---

<sup>8</sup> Recomendación Q.1761 «Principios y requisitos para la convergencia de los sistemas fijos y los actuales sistemas IMT-2000», noviembre de 2003.

Las mejoras funcionales y de servicio destinadas a los operadores y los usuarios se explican más detalladamente en las Secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las MTG. El Anexo F a las MTG también contiene información detallada adicional.

## **2.5 Requisitos de espectro (incluida la posibilidad de utilizar las bandas existentes)**

Entre las inquietudes específicas de los países en desarrollo, cabe señalar la selección de bandas de espectro señaladas en la CAMR-92 y la CMR-2000, y la reatribución del espectro de los sistemas anteriores a las IMT-2000.

Muchos países en desarrollo han manifestado la necesidad de utilizar bandas de frecuencias más bajas que las identificadas para las IMT-2000 con miras a garantizar una mayor cobertura y un menor costo de la implantación de IMT-2000. Algunas administraciones pudieran estudiar la posibilidad de utilizar bandas inferiores a 600 MHz para la implantación de sistemas IMT-2000 en los casos en que se desea efectuar la transición de sistemas de segunda generación a las IMT-2000 o aprovechar las ventajas de cobertura que ofrecen para las zonas con poca densidad de población y de tráfico. No obstante, se está estudiando una solución adecuada para los países en desarrollo en el marco del punto 1.4 del orden del día de la CMR-07 que consiste en identificar a escala mundial las bandas de frecuencias más bajas que las determinadas para las IMT-2000.

### **2.5.1 Identificación actual de espectro a las IMT-2000**

Los sistemas IMT-2000 funcionarán en las bandas de frecuencia identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) y destinadas a ser utilizadas a nivel mundial por las administraciones que deseen implementar las IMT-2000 tal como se señala a continuación<sup>9</sup>.

La CAMR-92 identificó las bandas 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz, y la CMR-2000 identificó las bandas 806-960 MHz<sup>10</sup>, 1 710-1 885 MHz y 2 500-2 690 MHz para su posible utilización por sistemas IMT-2000, señalando que (de conformidad con el número 5.388 del RR) la identificación de dichas bandas no significa la existencia de prioridad alguna en el RR y que ello no impide la utilización de dichas bandas por otros servicios para los que las mismas hayan sido atribuidas. Asimismo, algunas administraciones pueden desplegar sistemas IMT-2000 en bandas atribuidas al servicio móvil distintas a las identificadas en el RR.

Para determinar los principios y utilización práctica del espectro para sistemas IMT-2000 debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) que en el RR se identifican las bandas 806-960 MHz, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz y 2 500-2 690 MHz para ser utilizadas en todo el mundo por administraciones que deseen implementar sistemas IMT-2000, tal como se indica en los números 5.388 (Rev.CMR-2000), 5.384A (CMR-2000), y 5.317A (CMR-2000) del RR, en las Resoluciones 212 (Rev.CMR-97), 223 (CMR-2000), 224 (CMR-2000) y 225 (CMR-2000); teniendo en cuenta estas disposiciones y Resoluciones, se debe permitir a las administraciones aplicar toda la flexibilidad que sea posible para decidir la utilización de estas bandas a nivel nacional de acuerdo con los planes de evolución/migración de cada administración;
- b) que en algunos países, existen otros servicios en funcionamiento en las bandas identificadas para las IMT-2000, tal como se indica en la Resolución 225 (CMR-2000) y en los números 5.389A, 5.389C, 5.389D y 5.389E del RR, así como en las Recomendaciones UIT-R M.1073-1 y UIT-R M.1033-1;
- c) que la existencia de un número mínimo de disposiciones de frecuencias armonizadas a nivel mundial en las bandas identificadas para las IMT-2000 en una o más conferencias facilitará la compatibilidad a nivel mundial y la itinerancia internacional, y permitirá reducir los costes globales de las redes y terminales IMT-2000 permitiendo economías de escala.

---

<sup>9</sup> Algunas administraciones pueden desplegar sistemas IMT-2000 en bandas de frecuencias distintas a las aquí identificadas.

<sup>10</sup> No toda la banda de frecuencias 806-960 MHz está destinada a sistemas IMT-2000 en todo el mundo debido a las distintas atribuciones primarias al servicio móvil y las diversas utilidades en cada una de las tres Regiones de la UIT.

- d) que cuando las disposiciones de frecuencias no pueden armonizarse a nivel mundial, la existencia de una banda de frecuencias de transmisión común para la estación base y/o la estación móvil facilita el equipamiento de terminales con capacidad de itinerancia a nivel mundial. En particular, una banda de transmisión común de las estaciones base permite difundir a los usuarios en itinerancia toda la información necesaria para el establecimiento de una llamada;
- e) que cuando se desarrollen las disposiciones de frecuencias, deben tenerse en cuenta las posibles limitaciones tecnológicas (por ejemplo, eficiencia de costos, tamaño y complejidad de los terminales, procesamiento digital de la señal de alta velocidad/baja potencia y la necesidad de baterías de tamaño reducido);
- f) que algunas administraciones pueden considerar la utilización de bandas inferiores en ondas decimétricas, por ejemplo, por debajo de 470 MHz, para el despliegue de sistemas IMT-2000 cuando sea conveniente evolucionar un sistema existente de primera o segunda generación a IMT-2000 y/o aprovechar las características ventajosas de tales bandas en materia de cobertura para zonas rurales, con población dispersa o de baja densidad de tráfico;
- g) que algunas administraciones están planificando la utilización de parte de las bandas de frecuencia 698-806 MHz o 2 300-2 400 MHz para las IMT-2000.

### **2.5.2 Utilización del espectro móvil de primera y segunda generación para sistemas IMT-2000**

En reconocimiento de las ventajas que presenta la migración de los sistemas existentes hacia las IMT-2000, la CAMR-92 y la CMR-2000 identificaron las gamas de frecuencias – con inclusión de las bandas de 800, 900, 1 800 y 1 900 MHz – en las cuales funciona la mayor parte de los sistemas inalámbricos comerciales de primera y segunda generación, y alentaron a las administraciones a facilitar la transición de una generación a otra en esas bandas. Uno de los problemas que plantea la atribución de espectro anterior a las IMT-2000 es el hecho de que el sistema IMT-2000 se basaría en canales de frecuencia situados entre otros canales utilizados para los sistemas anteriores a las IMT-2000.

Algunos operadores están utilizando espectro móvil de primera y segunda generación para sistemas IMT-2000. Por ejemplo, cabe señalar que operadores de Brasil, Canadá, Japón, Corea, Nueva Zelandia y Estados Unidos están utilizando actualmente las bandas 800 y/o 1 900 MHz para prestar servicios IMT-2000 gracias a que han efectuado la transición de los sistemas actuales de primera y segunda generación hacia las IMT-2000. Análogamente, los operadores de Rumania, Belarús, Rusia, Uzbekistán y Suecia están mejorando sus sistemas en la banda 450 MHz para las IMT-2000. Los operadores de sistemas analógicos en las bandas 800 y 450 MHz pueden perfeccionar sus redes para admitir las IMT-2000 con equipos comerciales actualmente disponibles. Asimismo, los operadores de sistemas TDMA, cdmaOne y GSM de segunda generación pueden comprar equipos IMT-2000 disponibles en el mercado para perfeccionar sus sistemas.

Podría resultar más costoso instalar sistemas IMT-2000 en bandas de frecuencias no armonizadas que en bandas armonizadas y utilizadas por la mayoría de los operadores, debido a la ausencia de economías de escala. No obstante, hay numerosos operadores que están efectuando una transición rentable de sus sistemas analógicos a las IMT-2000 en las bandas existentes. Habida cuenta del ingente capital inicial que se necesita para instalar sistemas IMT-2000 totalmente nuevos, los operadores advierten que el perfeccionamiento de sus redes en el espectro actual constituye una opción más viable desde el punto de vista económico.

### **2.6 Interfuncionamiento con las redes existentes y entre las tecnologías IMT-2000**

El interfuncionamiento entre los sistemas IMT-2000 y con los sistemas fijos y móviles tradicionales es un aspecto importante dado que, para el usuario, el acceso a sus servicios y aplicaciones a escala mundial (por ejemplo, entorno de hogar virtual) también es importante.

En general, el interfuncionamiento (incluido el interfuncionamiento con sistemas tradicionales) es importante para ofrecer cobertura, así como para la circulación mundial de terminales. A este respecto, cabe señalar que, a medida que las redes comerciales se transformen en una realidad, se pondrán a disposición terminales multimodo específicos. Otra solución que puede ayudar a superar algunos de los problemas de interfuncionamiento entre redes son las tarjetas SIM (*Subscriber Identification Module* – Módulo de identificación de abonado), pero éstas exigen no obstante la utilización de aparatos multimodo o múltiples para funcionar en diferentes redes. En la consecución de este interfuncionamiento y los objetivos de itinerancia, en el marco de los proyectos cooperativos de tercera generación 3GPP y 3GPP2 se ha convenido en trabajar con miras a lograr:

- El interfuncionamiento entre los sistemas móviles 3GPP IMS y 3GPP2 IMS (un sistema móvil 3GPP IMS puede establecer una sesión con un sistema móvil 3GPP2 IMS y viceversa).
- La itinerancia entre los sistemas IMS a nivel de aplicación (suponiendo que el sistema móvil soporta la red de acceso a la red visitada y la tecnología de transporte IP, un sistema móvil 3GPP IMS debería estar en condiciones de itinerar en una red 3GPP2 y viceversa).

Otro aspecto del interfuncionamiento que debería considerarse es el efecto de la introducción de servicios de datos con las IMT-2000. Puesto que las tecnologías IMT-2000 son relativamente nuevas, el interfuncionamiento de aplicaciones y programas informáticos en terminales IMT-2000 y entre fronteras será cada vez más importante. Se ha creado una organización, la Open Mobile Alliance<sup>11</sup>, con el objetivo de establecer normas abiertas para la industria de servicios móviles, a efectos de crear servicios capaces de interfuncionar entre diferentes países, operadores y terminales móviles, concebidos para atender las necesidades de los usuarios.

Otros aspectos esenciales que es preciso considerar en la consecución de estos objetivos de interfuncionamiento e itinerancia son los siguientes:

- acceso a servicios de emergencia;
- información sobre el emplazamiento;
- interceptación legítima.

La combinación de tecnologías IMT-2000 con capacidades de determinación de la posición, así como con otros sistemas especializados, le abre la puerta al desarrollo de numerosas aplicaciones relacionadas con la seguridad pública y el cumplimiento de la ley, con inclusión de la citación electrónica, la localización de llamantes que solicitan asistencia de emergencia, el rastreo de delincuentes en libertad bajo palabra, el acceso de funcionarios a bases de datos centrales sin asistencia del expedidor y el acceso a información en tiempo real sobre viajes por tierra, aire y mar. Además de los sistemas de seguridad, las tecnologías IMT-2000 pueden ayudar a los funcionarios gubernamentales a rastrear y controlar los cargamentos en ruta hacia su destino. Estos servicios podrían resultar particularmente importantes en el caso de los cargamentos de sustancias peligrosas de alto riesgo tales como explosivos, materiales radioactivos, sustancias que resultan tóxicas por inhalación y envíos a granel de líquidos y gases inflamables.

Además de las capacidades de determinación de la posición, las redes inalámbricas IMT-2000 utilizan procedimientos de autenticación más elaborados que los de las redes inalámbricas de segunda generación, por lo cual permiten obtener claves criptográficas más prolongadas y robustas (como las claves secretas de 128 bits) que contribuyen a reforzar la seguridad.

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

---

<sup>11</sup> [www.openmobilealliance.org](http://www.openmobilealliance.org)

## 2.7 Aspectos relativos a la concesión de licencias

### 2.7.1 Condiciones de las licencias

Las condiciones de las licencias figuran entre los aspectos reglamentarios que revisten importancia.

- *Requisitos tecnológicos:* Cabe considerar si los reguladores y encargados de formular políticas deberían aplicar un enfoque neutral desde el punto de vista tecnológico o bien imponer una tecnología y un trayecto de transición específicos. La aplicación de un enfoque neutral desde el punto de vista tecnológico podría aportar beneficios a los usuarios finales en lo que se refiere a una evolución tecnológica rápida y un nivel de precios más bajo.
- *Requisitos financieros:* Contribuyen a descartar a los participantes poco serios y a garantizar cierto nivel de calidad de funcionamiento.
- *Cobertura:* Para evitar el surgimiento de comunidades ricas en información y pobres en información, los reguladores y encargados de formular políticas en cada país tendrán que garantizar el acceso ubicuo a los servicios IMT-2000. No obstante, desde el punto de vista del proveedor de servicio, podría no resultar viable establecer una infraestructura onerosa en zonas de alto costo. Podría resultar preferible desplegar la cobertura de red en fases, en función de la demanda y las probables aplicaciones. Los sistemas y tecnologías actuales deberían tener un trayecto de transición que entrañase un costo reducido. Los estudios de casos han demostrado que los operadores pueden realizar perfeccionamientos graduales y progresivos de los sistemas actuales a las IMT-2000.
- *Calendario para la concesión de licencias IMT-2000:* Elegir el momento oportuno para la introducción de un nuevo servicio es fundamental y ese calendario varía de un país a otro. Es necesario evaluar las posibilidades del mercado e instalar tecnologías que funcionen con resultados demostrados. 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 que se concedan licencias y se realicen preparativos reglamentarios desde una fase temprana. Sería conveniente que los países en desarrollo comenzaran a entablar consultas lo antes posible.
- *Número de operadores:* La disponibilidad limitada de espectro restringe el número de operadores. En los países industrializados se ha preferido reducir el número de operadores a 3-5. 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 infraestructura:* La compartición de infraestructura es particularmente importante para países con poblaciones muy dispersas y mercados de servicios móviles incipientes. Ello reduce el costo que entraña el despliegue de redes y puede mejorar la penetración. Asimismo, sería necesario identificar los elementos que pueden compartirse y la cuantía de la reducción en el costo que traería consigo esa compartición, por ejemplo en concepto de mástiles de antenas, torres y edificios. El regulador puede desempeñar una función proactiva para fomentar la compartición de infraestructura.
- *Portabilidad de número:* La portabilidad de número móvil permite a los clientes conservar su número de teléfono al cambiar de operador de red móvil, lo que les da la libertad de escoger entre los operadores en competencia.

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

### 2.7.2 Métodos de concesión de licencias para la utilización del espectro

Hay numerosos métodos de concesión 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 para licencias IMT-2000. La mayor parte de los países ha exigido licencias especiales para que un operador pueda 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.

Algunos de los métodos más comunes de concesión de licencias para utilización del espectro son: principio de la prioridad en el tiempo, concursos, loterías y subastas. En estas directrices no se manifiesta preferencia alguna por una metodología en particular, sino que se exponen algunas de las ventajas y desventajas de cada una de ellas. 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.

Para más información sobre la concesión de licencias para la utilización del espectro, sírvase consultar el Informe UIT-R SM 2012-1 «Aspectos económicos de la gestión del espectro», el Capítulo 6 «Aspectos económicos» del Manual «Gestión nacional del espectro» del UIT-R y la Sección 2.7.2 de las MTG.

## 3 Trayectos de transición

### 3.1 Introducción

Hay varios sistemas más antiguos que las IMT-2000 (pre-IMT-2000), tanto analógicos como digitales, que se encuentran en funcionamiento hoy en día y proporcionan servicios inalámbricos vocales y de datos a usuarios finales en todo el mundo. Entre dichos sistemas cabe citar AMPS, NMT, cdmaOne, TDMA y GSM, cuyas características se describen en las Recomendaciones UIT-R M.622, M.1033 y M.1073, así como en el Informe UIT-R M.742.

Debido a las diferencias prevalecientes entre los distintos sistemas pre-IMT-2000, y a las divergencias entre los sistemas IMT-2000, no hay una sola forma de pasar de uno de estos sistemas a otro. Sin embargo, en la mayoría de los casos la transición requiere adquirir equipo y/o programas informáticos para la estación de base IMT-2000, introducir las correspondientes modificaciones o adiciones en las redes de acceso radioeléctrico (RAN), hacer mejoras/modificaciones en la «red básica» subyacente, e introducir nuevos terminales, que normalmente son aparatos que trabajan en modo doble y pueden funcionar con tecnologías de radiocomunicación pre-IMT-2000 e IMT-2000.

Habría que considerar varios factores para elegir un trayecto de transición hacia las IMT-2000. Una cuestión esencial a este respecto es la disponibilidad y la utilización de espectro tanto en lo que se refiere a los sistemas pre-IMT-2000 como IMT-2000. Otros aspectos que influirán de manera determinante en la selección del trayecto de transición son la disponibilidad del equipo y las aplicaciones de servicio para las diferentes tecnologías, así como la calidad de su funcionamiento en el entorno de explotación deseado.

En el Anexo I se describe una serie de experiencias típicas adquiridas por los operadores en materia de transición, tanto en los países desarrollados como en desarrollo.

Considerada al nivel más alto posible, la transición hacia las IMT-2000 se caracteriza por el despliegue que deben hacer los operadores de:

- una red básica con enlaces a la RTPC (red telefónica fija), la RDSI, la Internet, una o varias Intranet y redes móviles y de datos externas;
- una red de acceso radioeléctrico (RAN), capaz con el tiempo de trabajar en varias bandas de frecuencias y con tecnologías de radiocomunicaciones complementarias (las redes de acceso radioeléctrico se basan en interfaces de radiocomunicaciones. Las interfaces de radiocomunicación correspondientes a las IMT-2000 se enumeran en la Sección 1.3.2.1);
- terminales en modo doble o multimodo que permiten a los abonados disfrutar de los servicios prestados por las redes pre-IMT-2000 e IMT-2000.

Los operadores que tengan la intención de actualizar su sistema, deberán evaluar el de sustitución y analizar qué partes deben modificarse y hasta qué punto, así como los recursos (por ejemplo, de espectro) que pueden reutilizarse o deberían mejorarse. Si se plantea la necesidad de modificar un sistema, esto puede hacerse esencialmente recurriendo a la evolución de algunos componentes o la transición de todo el sistema. Según se define en la Recomendación UIT-R M.1308:

- la «evolución» es «Un proceso de cambio y desarrollo para lograr un aumento de capacidades», mientras que
- la «migración» es un «Movimiento de usuarios y/o entrega de servicios de un sistema existente a un nuevo sistema».

Hay esencialmente dos tipos de redes básicas:

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

El movimiento de usuarios y/o 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 nuevos servicios y servicios complementarios y soportar las nuevas capacidades de acceso radioeléctrico.

Para soportar servicios de datos en paquetes, las redes básicas GSM (evolucionadas) se han complementado con redes dorsales GPRS basadas en IP, las cuales proporcionan específicamente una rápida gestión de movilidad a los servicios de datos en paquetes, gestión que permite procesar rápidos trasposos con el fin de permitir el suministro en tiempo real de servicios de datos en paquetes, mientras que las redes básicas IS-41 se han complementado con redes IP «clásicas/puras» que, en consecuencia, utilizan protocolos genéricos IP para la prestación de movilidad (esto es, servicio móvil con IP).

Un subsistema multimedios IP (IMS) es una arquitectura adicional que puede superponerse sobre las dos redes básicas precitadas, y proporciona servicios específicos de datos en paquetes (por ejemplo, voz por IP, llamadas de conferencia basadas en la transmisión de voz por IP, etc.). Este sistema ha sido adoptado por el 3GPP y el 3GPP2 en relación con su red básica por paquetes.

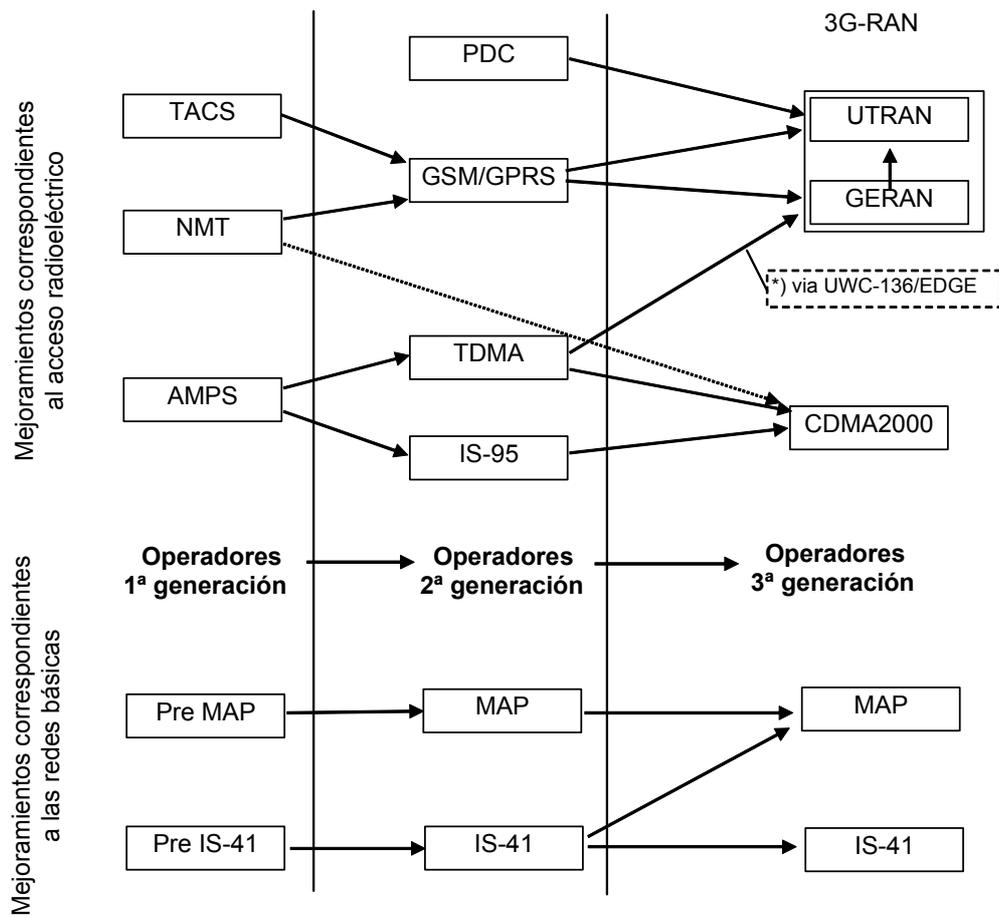
Tratándose en particular de la red de acceso radioeléctrico (RAN), las empresas móviles han definido las especificaciones esenciales y siguen colaborando entre sí y entablando relaciones de coordinación con el 3GPP y el 3GPP2 a nivel mundial, para hacer evolucionar aún más la tecnología y poder atender así a las futuras necesidades del mercado. El enfoque paso por paso adoptado reduce a un mínimo la necesidad de volver a efectuar grandes inversiones en sistemas IMT-2000, pese a lo cual permite introducir mejoras significativas en la capacidad existente para suministrar servicios mejorados durante cada paso del proceso. La actualización de normas 3GPP y 3GPP2 garantiza una compatibilidad hacia atrás, lo que hace muy posible mantener capacidad de servicio en favor de los operadores y usuarios existentes<sup>12</sup>.

El análisis de los diferentes escenarios de transición, el estudio del mercado y las previsiones relativas a las futuras tendencias revelan que los operadores de primera y segunda generación habían introducido y siguen introduciendo mejoras en sus redes para pasar a la segunda y tercera generación, como puede verse en la Figura 3.1, en la que se indican estas mejoras, tratándose de las redes de acceso radioeléctrico y las redes básicas.

---

<sup>12</sup> En el Anexo E del MTG puede verse información detallada sobre el proceso de publicación del 3GPP.

Figura 3.1 – Mejoramientos observados en las redes de los operadores



### 3.2 Consideraciones en torno a la transición

A continuación se enumeran los aspectos importantes que han de tener en cuenta los operadores que decidan adoptar un determinado trayecto de transición:

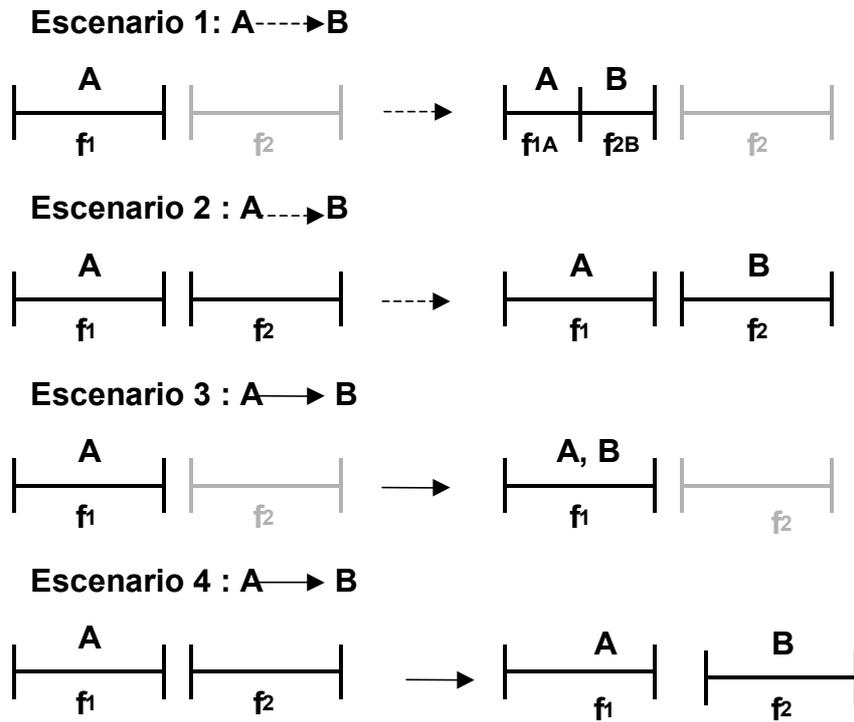
- a) la explotación en bandas de frecuencias armonizadas en el plano mundial;
- b) la participación, existente o prevista, en el mercado, así como la penetración comercial de la tecnología escogida;
- c) la probabilidad de que otros operadores adopten trayectos de transición parecidos;
- d) la facilidad de la transición de la tecnología existente hacia la tecnología deseada;
- e) la demostración de la futura eficacia de la arquitectura del sistema correspondiente a la tecnología escogida (esto es, su capacidad de expandirse para hacer frente a las nuevas necesidades y servicios);
- f) la situación actual de la norma de que se trate.

Dichos aspectos son significativos, ya que la experiencia pasada muestra que el éxito de una determinada tecnología de comunicación móvil depende sobre todo de las capacidades de itinerancia (véanse los incisos a) a c) *supra*), de que los terminales y la infraestructura resulten asequibles (véanse los incisos a) a e) *supra*), y de las posibilidades para admitir nuevos servicios (véanse los incisos e) y f) *supra*).

En cuanto a la transición de un sistema, las principales cuestiones que se suscitan son la utilización del espectro y la configuración del sistema. Cuando un operador pasa por transición a un sistema IMT-2000, aumenta su cobertura y su capacidad. Por consiguiente, a medida que los usuarios abandonen por transición los sistemas pre-IMT-2000, el operador podrá aumentar la eficiencia de su utilización de espectro con el sistema más avanzado. Tratándose de la utilización de espectro se plantean cuatro escenarios, sujetos a la reglamentación del caso (véanse las Figuras 3.2-1 y 3.2-2):

- 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 y parte del espectro se atribuye al sistema IMT-2000 (f1b), mientras que el resto sigue siendo utilizado por el sistema pre-IMT-2000 (f1a). En este escenario no se requiere contar con nuevo espectro (f2), lo que permite a los operadores hacer migrar a sus usuarios a sus nuevos servicios, utilizando el espectro de que disponían, y también les da la posibilidad de usar el espectro tanto para su sistema pre-IMT-2000 como para su sistema IMT-2000.
- Escenario 2: El sistema IMT-2000 (B) se despliega en el nuevo espectro, lo que permite, por ejemplo al operador, promover 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), que se ha desplegado gracias a una secuencia de actualizaciones que se explotan 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 el nuevo espectro (f2).
- Escenario 4: El sistema IMT-2000 (B) es una versión evolucionada del sistema pre-IMT-2000 (A), de modo que ambos sistemas son completamente compatibles. El sistema IMT-2000 (B) se explota en el nuevo espectro (f2), mientras que el sistema pre-IMT-2000 (A) sigue funcionando en el espectro existente. El escenario 4 suele combinarse con el escenario 3. Por consiguiente, en numerosos casos el sistema IMT-2000 (B) también se explota en el espectro existente.

Figura 3.2-1 – Escenarios de transición en las IMT-2000



**NOTA:**  
 A: Sistema pre IMT-2000; B: Sistema IMT-2000  
 A ----> B: A migra a B; A -> B: A evoluciona hacia B  
 f1: banda radioeléctrica que utiliza actualmente el operador  
 F2: nueva banda radioeléctrica del operador (distinta de f1)

(Los ejemplos propiamente dichos de cada escenario de transición pueden consultarse en el Anexo I «Experiencia de los operadores en cuanto a la transición a los sistemas IMT-2000».)

Figura 3.2-2 – Aspectos clave de los escenarios de transición en las IMT-2000

		Bandas de espectro	
		Misma	Diférentes
Retrocompatibilidad	Sí	Escenario 3	Escenario 4
	No	Escenario 1	Escenario 2

Si la transición requiere una migración de usuarios y/o servicios, es necesario evaluar en qué medida han de reemplazarse las entidades de red (por ejemplo, los componentes de red básica y/o el acceso a la red). Esta sustitución no afecta necesariamente a todo el sistema. En general las redes básicas evolucionan cuando se modifican los componentes de la red de acceso. En muchos casos e incluso cuando se trata de actualizar una generación de precedente de sistemas móviles para pasar a una nueva generación, es muy frecuente que las posibilidades de actualización se planteen únicamente para unas cuantas entidades de los sistemas.

Si la transición se efectúa de una generación a la siguiente, las principales funcionalidades (servicios, protocolos, etc.) y propiedades (espectro) de los antiguos sistemas seguirán disponibles, en gran medida, y sin modificaciones dentro del nuevo sistema. Una evolución de los componentes del sistema hace posible un máximo de compatibilidad hacia atrás y adelante por lo que no habría necesidad de reemplazar los equipos pre-IMT-2000, ya que podrían utilizarse conjuntamente con el nuevo equipo, para proporcionar plena funcionalidad dentro del sistema pre-IMT-2000.

En general, y no sólo en lo que respecta a los países en desarrollo, cabe concluir que las mejoras evolutivas de los sistemas resultan preferibles desde el punto del vista del operador y el usuario final, ya que pueden conservarse los activos en los que se haya invertido. Sin embargo, una evolución pura de un sistema a otro no es posible en la práctica, ya que incluso las actualizaciones más flexibles en el diseño del soporte lógico de un sistema o incluso la actualización de los equipos (esto es, su sustitución) resultan necesarios, cuando se trata de algunos de los componentes de la red, si se desea mejorar el sistema con nuevas características. Además, la experiencia ha demostrado que a partir de cierto punto toda tecnología llega a un límite de expansibilidad, lo que significa que incluso las mejoras evolutivas generarán con el tiempo una inaceptable complejidad en el sistema considerado. A partir de ese punto, se requeriría «saltar» tecnológicamente, lo que plantearía la necesidad de instalar un nuevo sistema, incompatible con el antiguo, y habría que adoptar, por tanto, una estrategia de migración e interoperabilidad. Estos aspectos deberían tenerse en cuenta cuando un operador desee determinar el trayecto o trayectos de transición que lo llevarán a las IMT-2000.

Es probable que los operadores que tengan que adoptar decisiones en lo que concierne a la evolución de sus sistemas pre-IMT-2000 deban hacerlo basándose en cuatro elementos clave:

- 1) *Viabilidad de la evolución a las IMT-2000* – El UIT-R y el UIT-T han introducido el concepto de viabilidad de la evolución, concepto que los ha conducido a incorporar en sus Recomendaciones relativas a las IMT-2000 el grado suficiente de flexibilidad para contemplar el número más amplio posible de sistemas pre-IMT-2000. Resulta obvio que facilitar la evolución de estos sistemas no menoscaba la consecución de los objetivos que la UIT se ha fijado en materia de IMT-2000.
- 2) *Rentabilidad de la evolución a las IMT-2000* – Las ventajas de la evolución a las IMT-2000 deberían evaluarse tomando en consideración los gastos en que se incurriría si se eligiese esta opción de evolución. Estos gastos se registrarían también al evolucionar a cualquier otra norma más avanzada, aunque no tuviera que ver con las IMT-2000. La UIT no ha escatimado esfuerzos para hacer flexibles sus Recomendaciones IMT-2000, con el fin de reducir a un mínimo el coste de la evolución a las IMT-2000.
- 3) *Atractivo de la evolución a las IMT-2000* – La evolución a las IMT-2000 debería resultar el enfoque más interesante entre todos aquellos que puedan adoptarse para hacer progresar los actuales sistemas de comunicaciones móviles. En ese sentido, los formuladores de decisiones deberían darse clara idea de lo que significan las IMT-2000 y de por qué representan una mejora en relación con los sistemas pre-IMT-2000.
- 4) *Conciencia de la evolución a las IMT-2000* – Ser consciente de las ventajas que reporta la evolución a las IMT-2000 reviste importancia para quienes pueden ejercer influencia o control a fin de orientar las normas y sistemas anteriores a las IMT-2000, o la asignación y uso del espectro a corto y largo plazo.

A primera vista, sería al parecer posible establecer un cierto orden de prioridades entre las consideraciones precitadas. No obstante, mirado el asunto más de cerca, se llega a la conclusión de que cada una de las consideraciones es importante y debe ser tenida en cuenta por los formuladores de decisiones, si éstos desean pasar a las IMT-2000. Por esta razón y habida cuenta de la detallada información que contiene el presente informe, habría que alentar la organización de un debate a fondo para promover conciencia y examinar a fondo la evolución a las IMT-2000.

Las demás consideraciones capitales: viabilidad, costo-eficiencia e interés de la evolución, deberían utilizarse en tanto que factores de medición para evaluar y resolver los problemas planteados por la evolución de los sistemas pre-IMT-2000 hacia las IMT-2000.

Al considerar las pautas de transición de los sistemas existentes a las IMT-2000, resulta importante reconocer que el inicio y el final del proceso son objetivos que pueden modificarse. Las funciones y capacidades de una red que constituye el punto de partida de la transición evolucionarán también durante el proceso de transición. De modo análogo, la tecnología o tecnologías IMT-2000 que se escojan experimentarán constante evolución y mejoramiento a medida que pase el tiempo. Es por esta razón que habrá que estar atento a los factores mencionados al definir las correspondientes pautas de transición.

### **3.2.1 Características del acceso radioeléctrico IMT-2000 y tecnologías de redes básicas**

#### **3.2.1.1 Ensanchamiento directo CDMA IMT-2000**

Nombre dado por la UIT: Ensanchamiento directo CDMA IMT-2000

Nombres comunes: UTRA FDD  
WCDMA  
UMTS

El ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 permite atribuir distintos códigos a diferentes canales, sean de voz o datos, así como ajustar cada 10 milésimas de segundo el nivel de capacidad o la cantidad de espacio de codificación para cada uno de los canales. Esta tecnología permite implementar canales de tráfico con anchura de banda muy considerable, ya que reduce el nivel del ensanchamiento necesario, mediante un código más breve. Los usuarios de los paquetes de datos pueden compartir los mismos códigos y/o segmentos temporales con otros usuarios, o la red puede asignar a los usuarios canales y segmentos temporales especializados. El ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 es un sistema de espectro ensanchado basado en la secuenciación directa de espectro ensanchado, y es eficiente desde el punto de vista espectral. Por otra parte, la banda ancha utilizada permite traducir el espectro disponible a velocidades de datos muy elevadas. Esto aporta flexibilidad para gestionar muchos tipos de tráfico, incluido el vocal, el de datos en banda estrecha y el de datos en banda ancha. Con ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 los canales de datos pueden soportar un caudal punta de datos de hasta 2,4 Mbit/s. Cuál sea el caudal exacto es algo que dependerá del tamaño de los canales que el operador decida poner a disposición, así como del número de usuarios activos en la red, usuarios que pueden beneficiar de caudales de hasta 384 kbit/s.

El acceso por paquetes de alta velocidad en enlace descendente (HSDPA) es una tecnología que mejora el ensanchamiento directo CDMA IMT-2000, ya que entrega velocidades punta de datos de unos 10 Mbit/s. HSDPA es plenamente compatible con el ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 y todas las aplicaciones desarrolladas para esta última tecnología pueden funcionar con HSDPA, que es una característica de las especificaciones formuladas en la Publicación 5 del Grupo 3GPP.

El HSDPA permite disponer de altas velocidades ya que añade modulación de orden mayor, por ejemplo 16-QAM, codificación de errores variable y rápida adaptación del enlace a las condiciones radioeléctricas existentes, así como, en su caso, ajuste de la modulación y la codificación. Por otra parte, HSDPA utiliza un mecanismo de listado eficiente para determinar qué usuario obtiene recursos. Por último HSDPA permite a usuarios compartir canales de alta velocidad en el dominio temporal.

#### **3.2.1.2 Multiportadora CDMA IMT-2000**

Nombre dado por la UIT: Multiportadora CDMA IMT-2000

Nombres comunes: CDMA2000 1X y 3X  
CDMA2000 1xEV-DO  
CDMA2000 1xEV-DV

Evolución directa de los sistemas cdmaOne, la multiportadora CDMA IMT-2000 es también compatible hacia atrás. Mejora la capacidad vocal, la calidad de conversación y la cobertura y tiene por objeto proporcionar a gran velocidad servicios de datos en paquetes. La multiportadora CDMA IMT-2000 funciona en varias bandas de frecuencias (450, 800, 900, 1 700, 1 800, 1 900 y 2 100 MHz).

La multiportadora CDMA IMT-2000 equilibra la asignación de código y la atribución de potencia para suministrar servicios vocales y de datos. Los canales de datos hacia delante y hacia atrás de los sistemas CDMA2000 pueden utilizarse con codificación turbo o convolucional. Tratándose de velocidades más elevadas, la codificación turbo constituye un mecanismo de corrección de errores para la transmisión de datos que mejora la calidad de funcionamiento y la capacidad del sistema. Los canales de datos en paquetes de la CDMA2000 1X permiten velocidades de datos de hasta 628 kbps. Entre otras nuevas características de la multiportadora CDMA IMT-2000, cabe citar operación en canal para efectuar rápidas radiobúsquedas, velocidad de transmisión variable y una estructura de canales que soporta múltiples servicios con varias calidades de servicio. Con la inclusión de vocodificadores en modo seleccionable (SMV, *selectable mode vocoders*) y técnicas de diversidad de antena, la tecnología CDMA2000 1X puede proporcionar capacidad vocal casi tres veces mayor que los sistemas cdmaOne.

Si se hace sentir la necesidad de hacer evolucionar una red, debido a la demanda de servicios de datos a gran velocidad, cabe la posibilidad de desplegar la combinación deseada de portadoras CDMA2000 1X y CDMA2000 1xEV-DO para proporcionar una mezcla flexible de canales vocales de alta calidad y servicios de datos de gran velocidad. Por ejemplo, en 5 MHz de espectro desocupado el operador puede optar por desplegar dos portadoras CDMA2000 1X para la voz y los datos en paquetes, y una sola portadora CDMA2000 1xEV-DO especializada exclusivamente en datos en paquetes a alta velocidad (de hasta 3,1 Mbps), o bien una sola portadora CDMA2000 1X y dos portadoras CDMA2000 1xEV-DO.

La opción CDMA2000 1xEV-DO, optimizada esencialmente para suministrar servicio de datos, tiene por objeto el interfuncionamiento con redes CDMA2000 1X. La tecnología CDMA2000 1xEV-DO permite utilizar velocidades punta de datos de hasta 3,1 Mbps en el enlace ascendente y 1,8 Mbps en el enlace descendente con una anchura de banda de 1,25 MHz. La elevada capacidad de datos de la tecnología 1xEV-DO se explica por la incorporación de sistemas de modulación de orden superior, tales como 16-QAM, adaptación de enlace dinámica, modulación adaptativa, redundancia incremental, diversidad multiusuario, diversidad de recepción, codificación turbo y otros mecanismos de control de canal.

CDMA2000 1xEV-DO incorpora una velocidad variable adaptable en el enlace ascendente con multiplexión por división en el tiempo (TDM) que aumenta al máximo las velocidades de datos del usuario y el caudal del sector, al atribuir toda la potencia de los BTS a un usuario en un momento dado. La implementación eficiente de la programación sensible a los canales y la diversidad multiusuarios eficaz permiten obtener las velocidades de datos más elevadas en determinados momentos. Asimismo, los sistemas híbridos-ARQ con redundancia incremental contribuyen a una eficiencia óptima que, de otro modo, se perdería debido a la gran movilidad y variabilidad de la interferencia ocasionada por las condiciones variables de tráfico. CDMA2000 1xEV-DV representa una mejora de la multiportadora CDMA IMT-2000, mejora que combina las características de los sistemas CDMA2000 1X y CDMA2000 1xEV-DO. Por este motivo, puede proporcionar capacidad vocal de CDMA2000 1X o capacidad vocal de CDMA2000 1xEV-DO, o una capacidad mixta de voz y datos en una sola portadora de 1,25 MHz.

### 3.2.1.3 TDD CDMA IMT-2000

Nombre dado por la UIT: TDD CDMA IMT-2000

Nombres comunes: alta velocidad de «chip» (3,84 mcps) TDD UTRA  
baja velocidad de «chip» (1,28 mcps) TDD UTRA  
(TD-SCDMA)  
UMTS

En las tecnologías CDMA TDD de las IMT-2000, las transmisiones en enlace ascendente y descendente utilizan la misma portadora dentro de la misma gama de frecuencias. Esta tecnología combina CDMA con técnicas TDMA para separar los diferentes canales de comunicación. De ahí que un determinado recurso radioeléctrico venga caracterizado por un segmento temporal y el código CDMA. Los segmentos temporales pueden asignarse para transportar canales en el enlace descendente o el ascendente. De este modo, la tecnología TDD puede aplicarse en una banda no apareada, lo que significa que no es necesario disponer de

una banda de frecuencias dúplex. Debido a la estructura TDMA y al algoritmo de detección conjunta, los cuales reducen significativamente la interferencia de otras señales CDMA que puedan estar presentes en el segmento temporal, el sistema se comporta de manera más semejante a un sistema TDMA. En efecto, no experimenta los efectos negativos de la respiración de célula ni la necesidad de mantener un margen operacional para hacer frente a la incertidumbre, ni tampoco una capacidad de traspaso fluido. Esto reviste particular interés, tratándose de escenarios «hot spot» que hacen necesario contar con una pesada carga de datos y células de pequeñas dimensiones en el caso de soluciones en interiores (picoentorno) y exteriores (microentorno). Por otra parte, como los segmentos temporales para el enlace ascendente y el descendente pueden asignarse separadamente, la tecnología CDMA TDD de las IMT-2000 resulta muy adecuada para el tráfico asimétrico. En el modo TDD, el grado de asimetría puede reasignarse rápidamente, lo que mejora globalmente la eficiencia operacional.

Con una velocidad de chip de 3,84 Mcps en un canal con anchura de banda de 5 MHz, esto es, la que corresponde a una señal radioeléctrica UTRA FDD armonizada UTRA TDD (opción de 3,84 Mcps) permite un despliegue costoeficiente, ya que puede basarse en la infraestructura de un sistema FDD exclusivamente destinado al despliegue para ofrecer capacidad modulable cuando se trata de «hotspots», caso de que el tráfico combinado de voz y datos sea soportado gracias a una arquitectura multiniveles de macro, micro y pico células. El mínimo de espectro requerido es sólo la mitad de la anchura de banda utilizada por los sistemas WCDMA que funcionan en el modo FDD, lo que quiere decir que únicamente se requerirá un canal de 5 MHz cuando la velocidad de chip TDD sea de 3,84 Mcps.

La tecnología TD-SCDMA, al ser una versión de la tecnología CDMA TDD de las IMT-2000 con velocidad de chip reducida, es una técnica de transmisión radioeléctrica para las comunicaciones IMT-2000. TD-SCDMA combina dos tecnologías: un sistema basado en TDMA y un componente adaptativo CDMA. TD-SCDMA se conoce también con el nombre de TDD a 1,28 Mcps o TDD LCR (baja velocidad de chip), y utiliza una banda única de 1,6 MHz para cada portadora. Los sistemas TD-SCDMA están concebidos para funcionar en modo dúplex TDD con un periodo de 5 ms para las transmisiones en enlace descendente y ascendente. Dentro de un periodo determinado la trama se divide en 7 segmentos temporales de tráfico, que pueden asignarse flexiblemente a varios usuarios o a un solo usuario, cuando éstos necesiten múltiples segmentos de tiempo. Los principios de la tecnología TDD permiten usar tráfico en el enlace ascendente (del terminal móvil a la estación básica) y en el enlace descendente (de la estación básica al terminal móvil), utilizando la misma trama y diferentes segmentos temporales. Gracias a la tecnología TD-SCDMA pueden gestionarse servicios simétricos con conmutación de circuitos, tales como la voz o el vídeo, así como servicios asimétricos con conmutación de paquetes, tales como los diferentes tipos de datos móviles de Internet. En el caso de los servicios asimétricos que se utilizan con acceso a Internet, algo normal es que se transmitan elevados volúmenes de datos de la estación de base al terminal y se utilicen más segmentos temporales para el enlace descendente y el ascendente. TD-SCDMA hace posible asignar los segmentos temporales para responder a los cambios que sobrevengan en el módulo de servicio. Los sistemas TD-SCDMA están diseñados para proporcionar servicios de datos con altas velocidades (hasta 2 Mbps). TD-SCDMA puede utilizar bandas de frecuencias disponibles y no requiere bandas apareadas, lo que significa que las transmisiones en enlace ascendente y el descendente utilizan la misma portadora con un diferente segmento temporal. 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 barata en lo que concierne a la implementación, la explotación y la transición, y permite una elevada capacidad en el sistema y una gran eficiencia en cuanto a los recursos de frecuencias fragmentados. Asimismo, la tecnología TD-SCDMA puede implementarse para soportar varios escenarios radioeléctricos: cobertura rural y de zonas urbanas densamente pobladas, despliegue pico/micro y macro celulares, y paso de un entorno de movilidad a pie a otro de rápida movilidad. Los sistemas TD-SCDMA permiten soportar muy fácilmente conmutación de circuitos y conmutación de paquetes a gran velocidad, así como una elevada calidad vocal.

La red principal en los sistemas TD-SCDMA resulta de una evolución de la de los sistemas GSM/GPRS/EDGE, siendo idénticos en los dos tipos de redes principales los elementos de red, la arquitectura de red y los protocolos: el sistema TD-SCDMA se basa en el protocolo GSM-MAP. Si la red principal TD-SCDMA permite emplear la interfaz (Iu) entre la red de acceso y la red principal en el sistema

TD-SCDMA y la interfaz (A) en el mismo nivel estructural de la red GSM, estas dos redes de acceso pueden compartir la misma red principal. Si no pudieran utilizar la misma red, el protocolo MAP permite conectar las dos redes principales. Precisamente por ello, cuando el usuario de un terminal en modo dual pasa de una red GSM a una TD-SCDMA gestionada por el mismo operador, la estrategia de itinerancia puede basarse en la misma red principal o bien en el interfuncionamiento de ambas redes. Si los dos operadores han firmado un acuerdo de itinerancia, los abonados pueden pasar libremente entre la red GSM/GPRS/EDGE y la TD-SCDMA mediante terminales en modo dual.

La red principal TD-SCDMA ha definido completamente el cambio entre sistemas. Cuando el terminal móvil está en modo inactivo, puede pasar de una red a otra mediante el procedimiento de gestión de ubicación. Cuando está en modo conectado puede pasar de una red a otra mediante el procedimiento de traspaso entre sistemas.

#### **3.2.1.4 Portadora única IMT-2000 TDMA**

Nombre dado por la UIT: Portadora única TDMA IMT-2000

Nombres comunes: EDGE  
GERAN

La tecnología denominada velocidades de datos mejoradas para evolución global (EDGE) fue desarrollada con el fin de permitir que los operadores TDMA, GSM y GPRS pudieran proporcionar servicios de la siguiente generación. EDGE utiliza los mismos canales radioeléctricos y segmentos temporales que GSM y GPRS, por lo cual no requiere más espectro. EDGE constituye una solución costoeficiente 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 GPRS de servicio), GGSN (nodo de soporte GPRS de cabecera) y HLR. De hecho, con nuevos despliegues GSM/GPRS, EDGE constituye una actualización de carácter únicamente informático con respecto a las BTS y a las BSC, ya que en estas redes los transceptores son capaces ya de EDGE. La misma infraestructura de paquetes GPRS mejorados soporta tanto GPRS como EDGE, por lo cual EDGE es plenamente compatible hacia atrás con GPRS y cualquier aplicación desarrollada para GPRS trabajará con EDGE. Una vez que los operadores hayan desplegado EDGE, pueden mejorar sus capacidades de aplicación, desplegando en sus redes básicas el subsistema multimedia IP, subsistema que soportará también una red de acceso radioeléctrico con ensanchamiento directo CDMA IMT-2000, ya que ambos utilizan una red básica UMTS (evolucionada) con GSM.

Comparada con la tecnología GPRS, EDGE incrementa las velocidades de datos por un factor de tres y duplica la capacidad de datos. Si bien teóricamente EDGE puede proporcionar 59,2 kbit/s en cada uno de los ocho segmentos temporales, ya que añade una velocidad de red máxima de 473,6 kbit/s en ocho segmentos temporales, las velocidades de datos de usuarios reales se sitúan normalmente entre 130 y 192 kbit/s (plataforma RLC) con cuatro dispositivos de segmento temporal. Al enviar más datos en cada segmento temporal, EDGE puede acrecentar también la eficiencia espectral en un 150%, si se compara con la que permite una tecnología GPRS que utiliza los sistemas de codificación 1 y 2, y en un 100% si se compara con la que hace posible una tecnología GPRS que utiliza los sistemas de codificación 1 a 4.

#### **3.2.1.5 FDMA/TDMA con las IMT-2000**

Nombre dado por la UIT: FDMA/TDMA para las IMT-2000

Nombres comunes: DECT

Las especificaciones de interfaz radioeléctrica IMT-2000 para los sistemas 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 común de interfaz (CI). Esta norma especifica una interfaz radioeléctrica TDMA con dúplex de división en el tiempo (TDD). Las velocidades binarias de frecuencia radioeléctrica para los sistemas 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, conexión orientada y conexión menos transporte de datos, 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, los servicios suplementarios, los servicios de mensajes orientados a la conexión, los servicios de mensajes no orientados a la conexión y la gestión de movilidad, incluidos los servicios de seguridad y confidencialidad.

Aparte de la norma CI, las normas de perfil de acceso definen requisitos mínimos en lo que concierne al acceso a determinadas redes y al interfuncionamiento de tales redes. Por ejemplo, la norma de perfil de acceso genérico (GAP) estipula los requisitos a que habrá que atender para utilizar el servicio de conversación, y la norma de servicio radioeléctrico en paquetes DECT (DPRS) define los requisitos aplicables al transporte de datos en paquetes.

En el Informe Técnico TR 101 178 del ETSI, que constituye una guía de alto nivel a la normalización DECT, puede verse 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.

La interfaz radioeléctrica responde en general a una tecnología de acceso radioeléctrico para las telecomunicaciones inalámbricas, y se trata de una tecnología de alta capacidad digital para células de grandes radios, los cuales van de unos cuantos metros a varios kilómetros, dependiendo de la aplicación y el entorno. Esta interfaz permite proporcionar servicios telefónicos con calidad vocal y una amplia gama de servicios de datos, lo que incluye la red digital de servicios integrados (RDSI) y de datos en paquetes. Asimismo, puede implementarse eficazmente con una gama de sencillos teléfonos inalámbricos residenciales, o en grandes sistemas que proporcionan una amplia gama de servicios de telecomunicaciones, entre otros, el acceso inalámbrico fijo.

Esta tecnología proporciona un conjunto global de protocolos que aporta la flexibilidad necesaria al interfuncionamiento de numerosas aplicaciones y redes. Por esta razón, una red local y/o pública no forma parte de la especificación DECT.

### **3.3 Transición a partir de sistemas (1G) analógicos (AMPS, NMT, TACS)**

Los operadores de los sistemas analógicos pueden hacer migrar sus sistemas a las IMT-2000 sea directamente o mediante una primera migración a tecnología digital pre-IMT-2000 y ulteriormente a las IMT-2000.

#### **3.3.1 Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000**

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

Tratándose de los operadores de sistemas AMPS que prefieran evolucionar, un trayecto lógico es la evolución a TDMA y sólo ulteriormente a las IMT-2000, ya que la interfaz inalámbrica de AMPS y TDMA utiliza canales RF de 30 kHz, lo que hace posible el paso canal por canal de AMPS a TDMA. 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 a las redes básicas es posible debido a que los sistemas AMPS y TDMA pueden explotarse en las redes básicas ANSI-41.

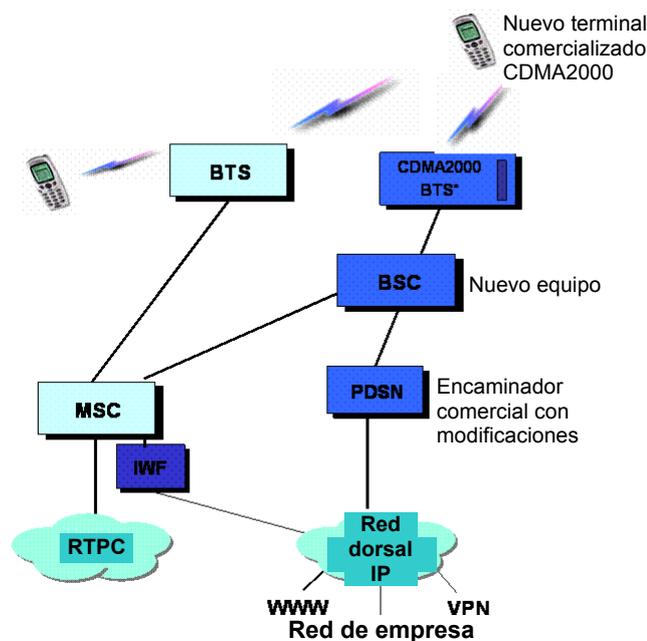
Una vez efectuada la transición del sistema AMPS al TDMA, puede adoptarse una estrategia de sobreposición GSM/GPRS para proporcionar un servicio común de datos por paquetes a los abonados TDMA y a los abonados GSM, puesto que muchos operadores TDMA han adoptado ya ese sistema, que los ha llevado a desplegar GSM MAP y a sentar las bases para realizar la transición hacia la tecnología de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000. Este paso hace posible que los operadores analógicos aprovechen la experiencia obtenida por muchos operadores TDMA en su transición hacia TDM-SC IMT-2000 y ensanchamiento directo CDMA IMT-2000. Dicha estrategia permite también que un operador analógico emprenda una transición ordenada utilizando tecnologías tales como GAIT, que posibilita la itinerancia entre las redes GSM y TDMA y permiten así una transición de pequeños pasos incrementales, a medida que se vaya disponiendo 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 hacia redes NMT requiere una nueva red básica GMS-MAP, pese a que esta red se basa conceptualmente en la arquitectura de red básica-NMT.

### 3.3.2 Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000

Los sistemas AMPS se basan en los protocolos de red básica ANSI-41, que constituyen también el fundamento de las redes básicas multiportadora CDMA IMT-2000. Este hecho facilita una continua y fácil transición de los sistemas AMPS hacia la multiportadora IMT-2000, ya que puede volverse a utilizar el grueso de los elementos de red básica, lo que redundará en costos de despliegue más reducidos. Para superponer equipo multiportadora CDMA IMT-2000 sobre estos sistemas analógicos, los operadores deben añadir nuevas estaciones de base, controladores de estación de base y un nodo de soporte de datos en paquetes, así como actualizar programas informáticos en el centro de conmutación móvil. En la Figura 3.3.2 se indican los nuevos componentes que exige la transición de AMPS a CDMA2000. Muchos teléfonos portátiles CDMA soportan AMPS, motivo por el cual la autorización de espectro para añadir portadoras CDMA2000 RF no entraña para los abonados la necesidad de pasar por interfaces.

Figura 3.3.2 – Proceso de transición de AMPS a la multiportadora CDMA IMT-2000



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, que es una de las bandas para la tecnología multiportadora CDMA IMT-2000. Una de sus ventajas consiste en que brinda una cobertura superior a la que permite la estación de base analógica NMT-450 en la misma frecuencia. Por consiguiente, un operador necesitará un número menor de estaciones de base para proporcionar la misma cobertura. Asimismo, los transceptores de estación de base (BTS) multiportadora CDMA IMT-2000 pueden coubicarse con BTS NMT analógicas, lo que reducirá significativamente el costo del despliegue de la red.

La familia de sistemas de multiportadora IMT-2000 consiste en un sistema CDMA2000 1X para velocidades vocales y medias de datos de hasta 628 kbps, un sistema CDMA2000 1xEV-DO para velocidades de datos y un sistema CDMA2000 1xEV-DV para velocidades combinadas de voz y de alta velocidad de datos de hasta 3,1 Mbps en una sola portadora de 1,25 MHz. Los operadores analógicos pre-IMT-2000 pueden optar por efectuar la transición primeramente a CDMA2000 1X y ulteriormente superponer CDMA2000 1x-EV-DO

en varias fases, dependiendo de la evolución de la capacidad de red. Asimismo, la transición a CDMA2000 ofrece a los operadores analógicos un trayecto de transición con flexibilidad suficiente para permitir el suministro de 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, los cuales facilitan el despliegue de tres portadoras CDMA en una anchura de banda de 5 MHz. Las redes CDMA se despliegan con una reutilización de frecuencias de 1, en lugar de factores de reutilización más elevados, por ejemplo 7/21 ó 4/12, los cuales serían necesarios si se tratase de 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 a gran velocidad. En aquellos casos en que se cuente con una banda limitada (normalmente de unos  $2 \times 5$  MHz en el caso de 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 1xEV-DO especializada exclusivamente en datos por paquetes a gran velocidad (hasta 3,1 Mbps). La tecnología CDMA permite, igualmente, una fácil coexistencia entre portadoras CDMA2000 y portadoras NMT, con bandas de guarda suficientes. Esto hace posible una transición continua a la tecnología multiportadora IMT-2000 y brinda al mismo tiempo el grado de flexibilidad suficiente para trabajar con operadores existentes, sin que ello produzca interferencia alguna a ninguna portadora durante la transición. En caso necesario el operador podrá efectuar la transición a sistemas CDMA2000 1xEV-DV en una fase ulterior, con el fin de proporcionar la elevada combinación de capacidad vocal y de datos necesaria en una sola portadora.

Al desplegar CDMA2000 1X, las portadoras analógicas pueden acrecentar la capacidad vocal del sector de 31 a 45 veces, dependiendo del tipo de SMV que se utilice. La diversidad de recepción puede aumentar aún más esta capacidad (59 veces), si se emplea SMV1. Los operadores pueden empezar a ofrecer aplicaciones ricas en datos soportadas por sistemas CDMA2000, tales como servicios de mensaje multimedia (MMS) y videojuegos. Los sistemas CDMA2000 soportan también conexiones con conmutación de circuitos, para mejorar las actuales redes y teléfonos portátiles CDMA2000, lo que permite suministrar videoconferencia con voz de gran calidad. La transición a CDMA2000 da a los operadores analógicos la posibilidad de lanzar comercialmente y de modo inmediato aplicaciones avanzadas costo-eficientes para competir así con ventaja con otros proveedores de servicios IMT-2000.

### 3.3.3 Transición a la portadora única TDMA IMT-2000

En el caso de los operadores de sistemas AMPS que deseen desplegar la tecnología portadora única TDMA, un trayecto lógico comienza con la transición a TDMA, ya que la interfaz inalámbrica AMPS-TDMA permite utilizar canales de radiofrecuencias de 30 kHz, lo que hace posible la transformación canal por canal de AMPS a TDMA. 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 un reemplazamiento de 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 dorsal de paquetes GPRS para la evolución hacia la portadora única TDMA IMT-2000. 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 continua, y mejorándose las oportunidades de itinerancia de los usuarios.

### **3.4 Transición a partir de sistemas TDMA/D-AMPS**

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

#### **3.4.1 Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000**

Muchos de los principales operadores TDMA se encuentran desplegando la superposición de acceso radioeléctrico GSM/GPRS/EDGE y de redes básicas de este tipo. El trayecto de migración/transición<sup>13</sup> basado en GSM ofrece a los operadores TDMA la posibilidad de desplegar la combinación GPRS, EDGE y ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 que más se ajuste a sus necesidades, lo que facilitará una migración/transición simplificada al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000, como futura opción, si ésta no se selecciona inicialmente.

Esta migración/transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 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 sitios de célula con ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 pueden coubicarse con los sitios de célula 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 mejorarse, puede explotarse como venía utilizándose y el centro de conmutación móvil exige únicamente un simple mejoramiento.

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

#### **3.4.2 Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000**

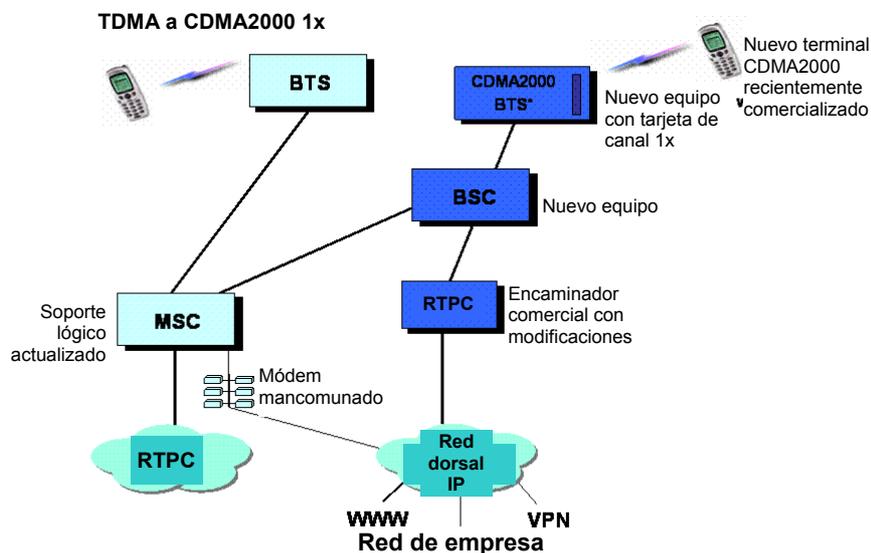
Los operadores de sistemas digitales TDMA pre-IMT-2000 (ANSI-136, ANSI-54) pueden beneficiar de un trayecto continuo y fácil de migración/transición hacia la multiportadora IMT-2000. Los sistemas digitales TDMA se basan en el protocolo ANSI-41, que es una red básica comúnmente utilizada por la familia CDMA2000 que constituye la multiportadora CDMA IMT-2000. La red básica común puede impulsarse mediante una migración/transición a la multiportadora CDMA IMT-2000, migración que exige únicamente que los operadores añadan estaciones básicas CDMA2000 y controladores de estación de base (BSC), así como que actualicen programas informáticos en el centro de conmutación móvil (MSC) y añadan un nodo de soporte de datos en paquetes. Asimismo, los transeptores de la estación básica con tecnología multiportadora CDMA IMT-2000 pueden coubicarse con los BTS TDMA para reducir significativamente los costes de despliegue de red. La Figura 3.4.2 indica los nuevos componentes que se requieren para efectuar la migración/transición de TDMA a CDMA2000. La migración/transición CDMA2000 brinda también a los operadores TDMA un amplio abanico de teléfonos portátiles de bajo costo entre los cuales elegir, así como una tecnología madura y barata en cuanto a la infraestructura. Los operadores pueden beneficiar, por otra parte, de una ingeniería de red sencilla, ya que las redes CDMA se despliegan con una reutilización de frecuencia de 1, en lugar de los factores más elevados de reutilización, tales como 7/21 ó 4/12, que exigen las redes TDMA. Asimismo, los teléfonos CDMA permiten a los usuarios finales pasar de manera itinerante de una red CDMA2000 1X parcialmente construida en el lado AMPS de una red TDMA-AMPS. Esto, a su vez, le simplifica al operador la planificación de su red.

---

<sup>13</sup> La expresión «migración/transición» se emplea para indicar el cambio producido por la evolución y la migración.

La familia de sistemas multiportadora IMT-2000 está integrada por el sistema CDMA2000 1X para velocidad de voz y media de datos de hasta 628 Kbps, el sistema CDMA2000 1xEV-DO para grandes velocidades de datos de hasta 3,1 Mbps y el sistema CDMA2000 1xEV-DV para velocidades combinadas de voz y elevadas de datos de hasta 3,1 Mbps. Los operadores TDMA pueden efectuar primeramente la transición a CDMA2000 1X y desplegar ulteriormente CDMA2000 1xEV-DO en varias fases, dependiendo de la evolución de la capacidad de la red. Este tipo de 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, lo cual facilita el despliegue de tres portadoras CDMA en una anchura de banda de 5 MHz.

**Figura 3.4.2 – Trayecto de transición de TDMA a la multiportadora CDMA IMT-2000**



La transición al sistema CDMA2000 ofrece también la posibilidad de la evolución por fases, en cuya gama se allanan las dificultades para la migración/transición en múltiples etapas al mencionado sistema. Esto permite a los operadores desarrollar sus redes IMT-2000 en etapas sucesivas, dependiendo de la banda de frecuencias disponible para un operador y de la evolución de la red exigida basada en la demanda de servicios de transmisión de datos de alta velocidad. Durante dicha transición, las portadoras del CDMA pueden coexistir fácilmente con las portadoras del TDMA. El CDMA y el TDMA ya han funcionado al mismo tiempo durante los últimos ocho años y se han desarrollado muchas técnicas para minimizar las incidencias.

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 1xEV-DO, para proporcionar una mezcla flexible de canales vocales de alta calidad y servicios de datos a gran velocidad. Asimismo, pueden añadirse portadoras CDMA a medida que la demanda aumente. Esto permitirá una migración/transición continua a la multiportadora IMT-2000, y dará al mismo tiempo flexibilidad suficiente para explotar las portadoras existentes sin interferencia entre las mismas durante la transición. En caso necesario, el operador puede efectuar ulteriormente la transición a CDMA2000 1xEV-DV con el fin de proporcionar una combinación de gran capacidad vocal y de datos en una sola portadora.

Gracias a esta migración/transición, los operadores TDMA pueden acrecentar varias veces su capacidad vocal y empezar a ofrecer aplicaciones ricas en datos soportadas por sistemas CDMA2000, tales como servicios de mensajes multimedios (MMS) y videojuegos. Asimismo, los sistemas CDMA2000 pueden soportar conexiones con conmutación de circuitos que mejoran las actuales redes CDMA2000 1X y teléfonos portátiles, que permiten participar en videoconferencias con alta calidad vocal. La migración/transición CDMA2000 brinda a los operadores TDMA la posibilidad de lanzar inmediatamente y de manera costo-eficiente aplicaciones comerciales, con el fin de competir ventajosamente con otros operadores de servicios IMT-2000.

### 3.4.3 Transición a la portadora única TDMA IMT-2000

La comunidad TDMA (representada por 3G Américas y GSMNA) ha decidido evolucionar a la portadora única TDMA UWC-136/IMT-2000. Muchos de los principales operadores se encuentran desplegando acceso radioeléctrico GSM/GPRS/EDGE y redes básicas. El trayecto de transición basado en GSM hacia la portadora única TDMA IMT-2000 ofrece a los operadores TDMA la oportunidad de escoger y desplegar la combinación GPRS, EDGE, ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 y/o IMT-2000 CDMA TDD (código temporal) que atienda mejor a sus necesidades, lo que facilita una migración/transición simplificada al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 y/o IMT-2000 CDMA TDD (código temporal), como futuras opciones.

La transición de los sistemas TDMA y TDMA con GSM superpuesto a la portadora única TDMA IMT-2000 da lugar a introducir constantes mejoras en cuanto a capacidad y eficiencia. Estos progresos pueden hacerse en varias fases: a saber añadiendo primeramente GSM/GPRS y ulteriormente EDGE; o pueden efectuarse agregando GSM/GPRS/EDGE en una sola fase de mejoramiento, como han hecho algunos operadores en América del Norte. Para obtener mayor flexibilidad, es posible también agregar posteriormente una red de acceso radioeléctrico con tecnología de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 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 que abarca su licencia, tendría la posibilidad de implementar a continuación ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 únicamente en las ciudades principales de dicha zona y remitir a sus clientes a sus redes EDGE o GPRS cuando éstos viajen fuera de la zona cubierta por su sistema de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000.

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 basadas en las existentes facilidades de los sitios de célula, las redes de transporte y los recursos de sitio central. Estos operadores han desplegado GSM y GPRS simultáneamente. Dependiendo de cual sea el vendedor de su infraestructura y de la edad de su equipo, 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 consiste en dos tipos de elemento: GGSN y nodos de soporte GPRS de servicio (SGSN). Estos elementos constituyen el fundamento de la futura migración, ya que se reutilizan a medida que el operador añade EDGE y ensanchamiento directo CDMA IMT-2000. En el sitio de célula el equipo de la estación de base GSM se mejora con programas informáticos y tarjetas de canal para soportar GPRS. En muchas redes GSM/GPRS, EDGE constituye un mejoramiento únicamente informático de los BTS y BSC, ya que los transceptores en estas redes son ya capaces de EDGE. Otros operadores podrían reemplazar su equipo, aprovechando los nuevos tipos de estaciones de base que dan cabida simultánea a múltiples combinaciones de GSM, GPRS, EDGE y ensanchamiento directo CDMA IMT-2000, y les brindan el suficiente margen de flexibilidad para consagrar 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 velocidades de datos mejoradas para evolución global (EDGE). EDGE forma

parte de la interfaz radioeléctrica con tecnología de portadora única TDMA IMT-2000 y mejora en mayor medida esta interfaz radioeléctrica GSM/GPRS, mediante nueva tecnología de modulación para lograr velocidades de datos más elevadas, utilizando espectro con el que cuentan ya los operadores. La normalización de la GERAN (red de acceso radioeléctrico GSM/EDGE) en el marco del 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, si se compara la que permite el ensanchamiento directo CDMA IMT-2000. Para mejorar aún más EDGE, los operadores podrían desplegar el subsistema multimedia IP en sus redes básicas, que soportará también una red de acceso radioeléctrico con ensanchamiento directo CDMA IMT-2000. Esto brindaría a los operadores la flexibilidad necesaria para desplegar el ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 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.

### **3.5 Transición a partir de PDC**

#### **3.5.1 Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000**

La mayoría de los operadores móviles japoneses han estado utilizando el sistema celular digital personal (PDC) que, según las normas japonesas, funciona en las bandas 800 MHz y 1,5 GHz. La norma PDC se basa en una interfaz inalámbrica TDMA y una red central específica para Japón a través de las cuales se prestan servicios de transmisión de voz y datos por paquetes a una velocidad máxima de 28,8 kbps. 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 Vodafone K.K.), escogieron el sistema de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 y ya han comenzado a prestar servicios comerciales. Es preciso instalar dos redes independientes del PDC y de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 para lograr la compatibilidad.

En lo que respecta a la instalación del sistema de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000, resultó muy complicado crear sitios de células independientes en 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 antenas comunes para el sistema 3G en las mismas ubicaciones que PDC, donde se crearon antenas dobles o triples y estaciones de base de tamaño reducido con objeto de ganar espacio y reducir el peso.

#### **3.5.2 Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000**

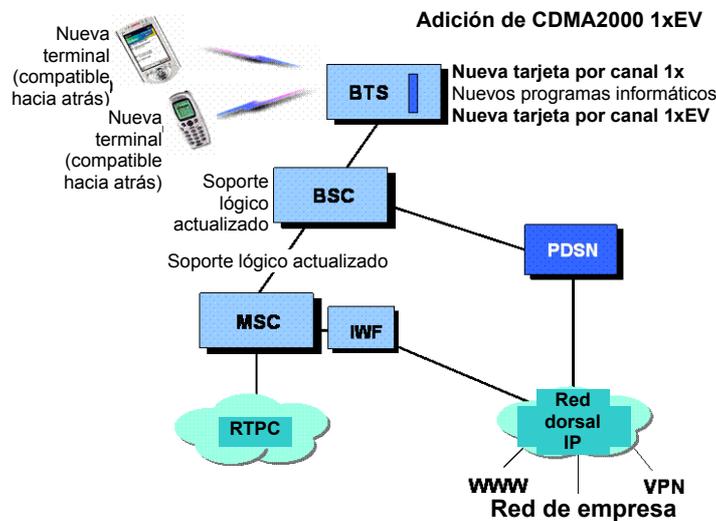
Otro operador de PDC en Japón, KDDI, escogió el sistema de multiportadora CDMA IMT-2000. Debido a que los sistemas PDC y multiportadora CDMA IMT-2000 cuentan con interfaces inalámbricas y protocolos de red central diferentes, la transición de PDC hacia el sistema de multiportadora CDMA IMT-2000 se llevó a cabo por medio de cdmaOne (CDMA ANSI-95A/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, las instalaciones de la estación de base, el suministro de electricidad, la antena y el equipo RF, para poder explotar ambos sistemas, PDC y multiportadora CDMA IMT-2000. En el punto 3.6.1 se explica el proceso de transición de cdmaOne hacia la multiportadora CDMA IMT-2000.

### **3.6 Transición a partir de sistemas cdmaOne**

#### **3.6.1 Transición a la multiportadora CDMA IMT-2000**

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

**Figura 3.6.1 – Trayecto de evolución de cdmaOne hacia la multiportadora CDMA2000 IMT-2000**



La familia de los sistemas de multiportadora IMT-2000 está compuesta por el sistema CDMA2000 1X para velocidades de datos de voz (reducidas) y medias de hasta 628 kbps, el CDMA2000 1xEV-DO para velocidades elevadas de datos de hasta 3,1 Mbps y el CDMA2000 1xEV-DV para la transmisión combinada de voz y de datos de alta velocidad de hasta 3,1 Mbps. Los operadores pueden incorporar el CDMA2000 1X, el CDMA2000 1xEV-DO y el CDMA2000 1xEV-DV en múltiples fases, dependiendo de la evolución de la capacidad de la red necesitada. La evolución al CDMA2000 ofrece a los operadores cdmaOne la flexibilidad de posibilitar los servicios de las IMT-2000 dentro de su gama actual, teniendo como consecuencia un gran ahorro económico debido a que estos sistemas pueden desarrollarse con canales más estrechos de 1,25 MHz, que facilitan la distribución de tres portadoras de CDMA en un ancho de banda de 5 MHz. El sistema CDMA-2000 abarca una amplia variedad de microteléfonos e infraestructuras. La oportuna disponibilidad multimodal de los ASIC con muchas características garantiza un apoyo continuado a los microteléfonos móviles y a las infraestructuras de red de bajo costo.

Todas las revisiones de interfaces radioeléctricas del CDMA2000 ofrecen una total compatibilidad retroactiva hacia el cdmaOne. La familia de los sistemas CDMA2000 incorpora varias novedades, como los codificadores de señales vocales (SMV), canales rápidos de radiobúsqueda, canales complementarios de alta velocidad, control de potencia con enlace hacia atrás y filtrado de la señal piloto, lo que permite a estos sistemas ofrecer capacidades mejoradas de transmisión vocal y velocidades muy altas de transmisión de datos, al tiempo que garantizan un modo de reposo eficaz que tiene como consecuencia una mayor duración de la batería en los microteléfonos. Para incorporar un sistema CDMA2000 sobre otro sistema cdmaOne, un operador necesita, sencillamente, actualizar los programas informáticos en el control de estación base y en el centro de conmutación móvil, instalar nuevas tarjetas de canal y nuevos programas informáticos en la estación de base y añadir un nodo que acepta la conmutación de paquetes de datos. La figura 3.6.1 indica el trayecto de la evolución del cdmaOne al CDMA2000.

La evolución de cdmaOne hacia CDMA2000 requiere una inversión en capital relativamente modesta. El bajo costo de los puntos de presencia, las necesidades mínimas de espectro, y una tecnología eficiente y barata explican las opiniones favorables que se ha formulado *Moody's* acerca del trayecto de mejoramiento hacia las IMT-2000 que permite la tecnología CDMA. Los operadores cdmaOne que, mediante un proceso de mejora han ido pasando desde 2001 a CDMA2000 1X han visto reducirse los precios de sus puntos de presencia.

Los operadores cdmaOne pueden doblar prácticamente la capacidad vocal de sus redes, evolucionando hacia CDMA2000, y proporcionar conversación de gran calidad, utilizando vocodificadores en modo seleccionable (SMV) muy probados. El recurso a SMV con una velocidad media de codificación de 5,9 kbps y 4,5 kbps para el modo 1 y el modo 2, da lugar a una capacidad vocal de 116 Erlangs y 133,9 Erlangs, respectivamente, en una anchura de banda de 5 MHz. Asimismo, el empleo de receptores móviles de antena doble que utilizan técnicas de diversidad de recepción, junto con una estrategia óptima de combinación de diversidad, fomenta aún más la ganancia de capacidad y mejora el número de conexiones vocales simultáneas soportadas, así como la vida útil de las baterías de los dispositivos.

Desplegar CDMA2000 1xEV-DO es un trayecto de evolución idóneo para el caso de velocidades de datos muy elevadas (hasta 3,1 Mbps) que soporta varios servicios de mensajes multimedia (MMS), videojuegos y otras aplicaciones tales como la videoconferencia. La evolución hacia CDMA2000 1xEV-DO constituye un marco flexible para ofrecer servicios de datos de calidad, gracias a una amplia gama de velocidades de datos y tipos de paquetes. Los protocolos se han diseñado para proporcionar trasposos virtuales sin interfaz en una zona de servicio para servicios de datos en paquetes, así como interoperabilidad sin interfaces con el enlace inalámbrico de CDMA2000 1X. La provisión de un canal para efectuar una rápida radiobúsqueda mejora significativamente el tiempo de espera.

Entre otras mejoras que pueden introducirse a CDMA2000 1xEV-DO cabe citar velocidades punta y capacidades de datos más elevadas tanto en el enlace hacia adelante como en enlace hacia atrás, que hacen posible una velocidad punta de datos de 3,1 Mbps en el enlace hacia adelante y 1,8 Mbps en el enlace hacia atrás. Los métodos Hybrid-ARQ permiten introducir en el enlace hacia atrás transiciones continuas de velocidad, gracias a una cuantificación más fina de las velocidades, que pueden ir hasta 1,8 Mbps. Se espera que estas mejoras permitan soportar una gama incluso mayor de tipos de paquetes de capa física para plataformas más pequeñas, con el fin de mejorar la eficiencia del empaquetado, así como plataformas más grandes, para soportar velocidades de datos más elevadas, que pueden ir hasta 3,1 Mbps. La introducción de un igualizador adicional en los sistemas CDMA2000 1xEV-DO permite un acceso más rápido a Internet y descargas más rápidas en entornos de escasa movilidad, lo que facilita establecimiento de aplicaciones más ricas.

En caso necesario el operador CDMA2000 puede optar por evolucionar en una fase ulterior hacia sistemas CDMA2000 1xEV-DV, con el fin de proporcionar la combinación de voz de elevada calidad y sesiones de datos a gran velocidad en una sola portadora. Los sistemas CDMA2000 1xEV-DV combinan óptimamente la voz y los datos, aumentando así la capacidad para incrementar aún más las velocidades de datos. Esto se logra incorporando un canal de datos en paquetes a gran velocidad que utilicen modulación y codificación dinámicas basadas en las condiciones del canal, retransmisiones rápidas y eficientes y mecanismos dinámicos de asignación de recursos. La tecnología CDMA2000 1xEV-DV es compatible hacia atrás con ANSI-95A/B y CDMA2000 1X. Las estaciones ANSI-95A/B o las estaciones móviles más nuevas pueden operar en una célula CDMA2000 1xEV-DV y los teléfonos móviles con capacidad CDMA2000 1xEV-DV están en condiciones de entregar datos a los sistemas más antiguos.

En este sentido, la familia de tecnologías CDMA2000 permite una evolución continua de los sistemas cdmaOne a la multiportadora IMT-2000, garantizándose así una mayor capacidad vocal para soportar un número más elevado de usuarios finales y grandes velocidades de datos en paquetes, lo que hace posible, a su vez, contar con clases más ricas y nuevas de aplicaciones para soportar el entorno de servicios IMT-2000, por ejemplo, servicios de mensajes multimedia y videojuegos. Los sistemas CDMA2000 también soportan conexiones con conmutación de circuitos, que mejoran las actuales redes CDMA2000 1X y los teléfonos portátiles que permiten participar en videoconferencias con alta calidad vocal. Los sistemas CDMA2000 brindan a los operadores CDMA la posibilidad de lanzar inmediatamente y a precios interesantes aplicaciones comerciales, y de este modo poder competir ventajosamente con otros proveedores de servicios IMT-2000.

### 3.7 Transición a partir de 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 efectuar la transición hacia los sistemas IMT-2000, mejorando GSM/GPRS/EDGE o introduciendo ensanchamiento directo CDMA IMT-2000, 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 heredadas, capacidad, disponibilidad de espectro y ritmo de demanda de los nuevos servicios.

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 de los abonados móviles en el subsistema de estación de base para el acceso radioeléctrico y en 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 permiten que todos los vendedores puedan suministrar cualquier elemento de la red y que en todo el mundo los operadores desplieguen los sistemas multivendedor 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) a las redes de datos en paquetes, que se adecuan al tráfico con ráfagas, por ejemplo el mostrado en 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 con IP. Esta extensión de la red básica sienta las bases para desplegar una red básica común en lo que concierne a los sistemas de portadora única TDMA IMT-2000 y ensanchamiento directo CDMA IMT-2000.

#### 3.7.1 Transición al ensanchamiento directo CDMA IMT-2000

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

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 probado contra contingencias futuras hacia las IMT-2000 es la evolución a GERAN y mejorar el acceso radioeléctrico, mediante UTRAN. Hay que señalar, que GERAN y UTRAN se armonizan para conseguir una prestación del servicio sin interfaces, lo que se consigue utilizando la misma red básica, procedimientos de transferencia normalizados, etc. La evolución del sistema GSM a GERAN/UTRAN incluye la evolución de las redes básicas MAP y GPRS.

Los sistemas de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 brindan ventajas de capacidad vocal, debido principalmente a las ventajas que ofrece la promediación de la interferencia que hace posible su tecnología de espectro ensanchado por división de código, a lo que hay que añadir el estricto control de potencia que hace posible. Una mejora con respecto a la tecnología 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 del establecimiento de la comunicación de datos. Si bien el ensanchamiento directo CDMA no reemplazará necesariamente GPRS o 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 acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA). El ensanchamiento secuencial directo CDMA IMT-2000 es un sistema de espectro ensanchado basado en un ensanchamiento secuencial directo. 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 explotar el espectro disponible con elevadas velocidades de datos. Esto redundará en flexibilidad a la hora de gestionar diferentes tipos de tráfico: vocal, datos en banda estrecha, datos en banda ancha, etc. En un sistema de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 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 que elija el operador para los canales, con el fin de ponerlos a disposición, así como del número de usuarios activos en la red, los clientes pueden esperar caudales de hasta 384 kbit/s.

Los sistemas de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 se han diseñado con nuevas tecnologías de acceso radioeléctrico basadas en WCDMA, para proporcionar velocidades binarias más elevadas (hasta 14,2 Mbps).

En el Cuadro 3.7.1 se resumen las ventajas de estas mejoras.

**Cuadro 3.7.1 – Ventajas resultantes de la elección de determinadas tecnologías en el proceso de transición hacia el ensanchamiento directo CDMA IMT-2000**

Tecnología	Ventajas
GSM/GPRS con sistemas de codificación 1 a 2	El servicio de datos en paquetes IP se presta con caudales de hasta 40 kbit/s para dispositivos de cuatro segmentos.
GSM/GPRS con sistemas 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 dobla la eficiencia espectral.
Ensanchamiento directo CDMA IMT-2000	Soporta servicios flexibles e integrados de voz y datos a velocidades punta de 2 Mbit/s.
HSDPA	Una mejora del ensanchamiento directo CDMA IMT-2000, plenamente compatible hacia atrás. HSDPA ofrece velocidades de datos punta de 14 Mbit/s.

### 3.7.2 Transición a TDD CDMA IMT-2000 (codificación temporal)

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

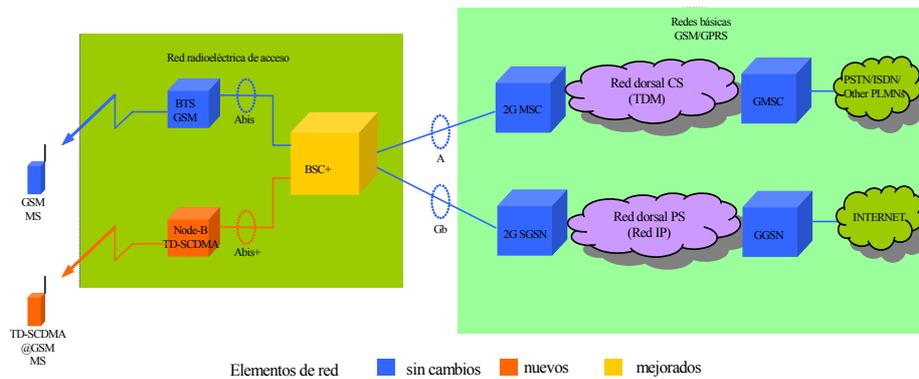
#### Fase 1

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 TD-SCDMA sin dejar por ello de utilizar la red básica GSM/GPRS existente.

En primer lugar se mejora el soporte lógico GSM/GPRS BSC para pasar a BSC+, que soporta el subsistema radioeléctrico TD-SCDMA. Acto seguido, las nuevas estaciones básicas TD-SCDMA (Nodo Bs) pueden conectarse al soporte lógico GSM/GPRS BSC mejorado, para suministrar un servicio basado en

infraestructura de red GSM/GPRS. En consecuencia, la interfaz se mejora también para que pase a Abis+. No es necesario introducir ninguna modificación en las interfaces existentes A y Gb. Esta integración de una interfaz inalámbrica IMT-2000 a 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 3.7.2-1 – Fase 1 de la transición**



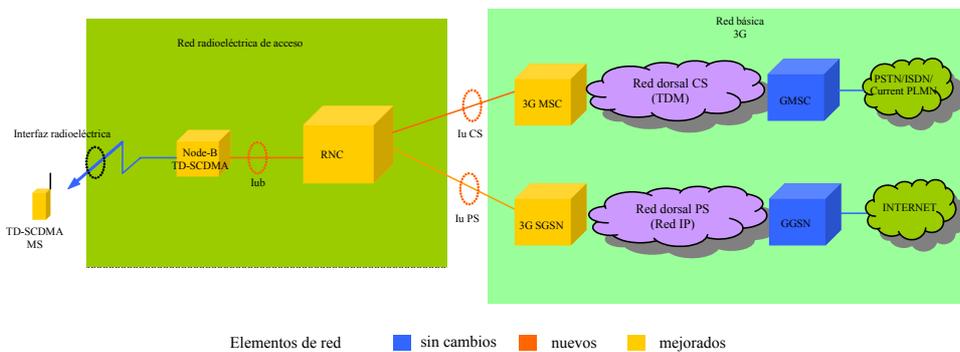
**Fase 2**

Al desplegarse los servicios, se establecen redes básicas IMT-2000 que coexisten con las redes básicas GSM/GPRS. A continuación, se mejoran 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 mejora para soportar la interfaz Iub. BSC+ se mejora para que pase a RNC, con el fin de soportar la interfaz Iub e Iu, que consiste en la interfaz Iu CS y la interfaz Iu PS. El sistema MSC pre-IMT-2000 se mejora para que pase a MSC IMT-2000, con el fin de soportar la interfaz Iu CS. El sistema SGSN pre-IMT-2000 se mejora para que pase a SGSN IMT-2000, con el fin de soportar la interfaz Iu PS. Tratándose de un sistema TD-SCDMA, todos los trayectos de mejora y migración pasan por el sistema WCDMA.

Una vez realizada la mejora, puede decirse que el sistema ha efectuado la transición hacia las IMT-2000.

**Figura 3.7.2-2 – Fase 2 de la transición**



Cabe resumir del siguiente modo las ventajas de estas actualizaciones:

Tecnología	Ventajas
TDD CDMA IMT-2000	Permite reutilizar la infraestructura de red básica GSM/GPRS pre-IMT-2000. Permite implementar servicios IMT-2000 en bandas no apareada de un mínimo de 1,6 MHz. Permite que los operadores planifiquen una transición por fases. Permite prestar servicios flexibles e integrados de voz y datos con una velocidad punta soportada de 2 Mbps.

### 3.7.3 Transición a la portadora única TDMA IMT-2000

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 IMT-2000 de la portadora única TDMA IMT-2000, que, a su vez, constituye un perfeccionamiento del acceso radioeléctrico GSM continuo y plenamente compatible hacia atrás, sin que para ello haya necesidad de modificar el espectro de frecuencias. Para seguir este trayecto de evolución, el operador añadirá GPRS y funcionalidad EDGE en 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 portadora única TDMA IMT-2000 y mejora la interfaz radioeléctrica GSM/GPRS con nueva tecnología de modulación para lograr velocidades más elevadas de datos utilizando el espectro radioeléctrico GSM de que disponían los operadores. La normalización del sistema GERAN (red de acceso radioeléctrico GSM/EDGE) en el marco del 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 de paquetes GPRS soporta GPRS y EDGE, por lo cual EDGE es plenamente compatible hacia atrás 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>14</sup> equivale a perfeccionar únicamente desde el punto de vista informático los BTS y los BSC, puesto que los transceptores en estas redes son ya capaces de EDGE. La portadora única TDMA utiliza también los mismos canales radioeléctricos e intervalos temporales que GSM/GPRS, por lo cual no requiere contar con más recursos espectrales. Así pues, constituye una solución costoeficiente para los operadores que desean hacer pasar 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 una red de acceso radioeléctrico de ensanchamiento directo CDMA IMT-2000. De hecho, tal y como se describe en la Sección 3.7.1, la gran ventaja de añadir el ensanchamiento directo CDMA IMT-2000 es que puede explotarse conjuntamente con la misma red central que GSM/GERAN.

<sup>14</sup> Presupone la Publicación 99 sobre EDGE.

Otra solución por la que han optado muchos operadores GSM es la explotación adicional de la red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS (UTRAN). Esta red funciona en un nuevo espectro de frecuencias y mejora, por tanto, la capacidad de tráfico de los operadores GSM existentes. Pueden alcanzarse velocidades de datos de hasta 14 Mbit/s utilizando HSDPA, especialmente en entornos de microcélula y picocélula. Si la velocidad de los datos y la carga por célula se limitan a valores más reducidos, UTRAN (en particular el modo FDD) podrá utilizarse igualmente para lograr cobertura con tamaños de célula muy considerables. Los operadores GSM que no tengan a su disposición nuevo espectro IMT-2000 podrán evolucionar a las IMT-2000 desplegando EDGE, lo cual mejorará sus redes GSM/GPRS.

### 3.8 Capacidad de planificación y diseño del sistema

Una vez que se haya acordado la especificación de alto nivel de la red, podrá iniciarse la planificación de la capacidad, que entraña la planificación de la red básica y la planificación de la red de acceso radioeléctrico. Gracias a 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.

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

Se determinan las ubicaciones de los principales elementos de la red básica y se identifica la capacidad de transmisión requerida entre cada uno de estos lugares.

Se definen los lugares para instalar las estaciones básicas, lo que se hace normalmente en torno a la topografía de red ya existente, y en caso necesario se incluyen sitios adicionales de estación básica para lograr la cobertura y capacidad requeridas.

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

Los modelos de infraestructura y equipos IMT-2000 se basan normalmente en el diseño de sistemas modulares. Tras confirmar la especificación de red de alto nivel (cobertura, tráfico, servicios ofrecidos, etc.) la red física se dimensiona recurriendo al correspondiente conjunto de módulos.

## 4 Aspectos económicos de la transición hacia las IMT-2000

Un paso capital en la etapa de planificación de un trayecto de transición al despliegue de redes IMT-2000 es la evaluación de los ingresos de las inversiones que se realizarán durante la vida económica del sistema, incluidos, en su caso, los costos de las correspondientes licencias de espectro. Esta evaluación se basa en el coste de las posibles opciones y en las hipótesis realizadas acerca de la evolución de la demanda y la penetración del servicio, así como en las tendencias y políticas tarifarias<sup>15</sup>.

Al planificar la inversión habrá que establecer un equilibrio entre las medidas adoptadas en las primeras fases del despliegue de la red (las cuales tienen normalmente efectos a largo plazo en la conformación de la infraestructura de la red y la recuperación del capital) y las medidas cuya adopción podría aplazarse (aquellas que se toman por regla general para responder a las tendencias y/o condiciones cambiantes del mercado, y cuya rentabilidad económica debe medirse en plazos relativamente cortos). Cualquiera que sea la política de despliegue que se adopte, habrá que tener en cuenta un apreciable margen de flexibilidad para ajustar los planes de desarrollo.

---

<sup>15</sup> Un parámetro esencial en la evaluación es el valor presente neto (VPN), aplicado a la red, esto es, el circulante acumulado y descontado que la red haya producido hasta el presente. Desde un punto de vista menos formal, este parámetro indica la rentabilidad de una empresa, actualizada durante un periodo de N años, que comienza con el primero (año 0) de la vida económica del sistema de que se trate.

En las siguientes secciones se describen varios aspectos numéricos de los diferentes parámetros que caracterizan al despliegue de redes IMT-2000, que permiten llevar a cabo una evaluación económica.

#### **4.1 Análisis y tendencias del mercado**

Existen, en general, muy diferentes posibilidades de migración. Cualquier decisión que se adopte en lo que concierne a la solución más adecuada para un determinado operador, hará necesario realizar un análisis muy detallado. Por otra parte, debe tenerse en cuenta el estado general del mercado, ya que los sistemas de telecomunicaciones móviles no se encuentran aislados, tanto en lo que concierne a los países como a los operadores. En particular, debe proporcionarse a los abonados interconectividad mundial, esto es, itinerancia.

En esta sección se dan ciertos ejemplos en lo que concierne al análisis comercial de diferentes trayectos de migración. En el Anexo F a las MTG se da información sobre los operadores que siguen estos trayectos.

En las Secciones 4.1.1 y 4.1.2 de las MTG figura información sobre el panorama general y las tendencias del mercado.

#### **4.2 Costos de la transición**

##### **4.2.1 Costos de la transición de la red para el operador**

Las estimaciones de costo cuando se trata de desplegar o mejorar redes pre-IMT-2000 para que pasen a las IMT-2000 (lo que incluye gastos de licencia, infraestructura de red y desarrollo de aplicaciones y contenido) pueden variar considerablemente. Si bien en las presentes Directrices no se indican costos específicos, se abordan claramente algunos de los factores que inciden en el costo.

Los regímenes de reglamentación pueden incidir de manera apreciable en el costo de la transición de un sistema pre-IMT-2000 a otro IMT-2000. Por ejemplo, un marco de reglamentación que permita al operador efectuar la transición de uno a otro sistema en el espectro que utiliza actualmente (migración en banda) y sin tener por ello que pagar una nueva licencia o espectro, pueden contribuir a reducir el costo de la transición.

La compartición de la infraestructura reduce el costo de desplegar redes y reviste particular importancia para países con poblaciones dispersas en zonas de escasa densidad demográfica, así como para los nuevos mercados móviles.

Entre los elementos que cabe compartir, pueden citarse, por ejemplo, los mástiles y torres de antena, sitios de base y otros edificios, y las infraestructuras de acceso y transmisión de radiocomunicaciones.

##### **4.2.2 Asequibilidad para los usuarios finales**

Los aspectos relativos a los teléfonos portátiles (disponibilidad, costos, necesidad de subsidios, aparatos multibanda y/o multimodo, economías de escala), la asequibilidad de los servicios, así como las tarifas, las tasas de interconexión, los impuestos, incluidos los impuestos al consumo, entre otros, influyen en los asuntos que repercuten en el costo para los usuarios finales. Se ha comprobado que, en muchos mercados, cuanto mayor es la competencia menor es el costo para los usuarios finales.

###### **4.2.2.1 Disponibilidad, asequibilidad y variedad de los teléfonos portátiles**

Actualmente, los teléfonos portátiles IMT-2000 se encuentran disponibles en el mercado.

El costo de los aparatos portátiles es un factor crítico para el éxito de los operadores inalámbricos en el mercado. Aparte de ofrecer teléfonos de alta velocidad, multimedia y dotados de todas las prestaciones, lo que en un principio será oneroso, los operadores IMT-2000 deberán vender terminales baratos que soporten servicios vocales, SMS y datos en circuitos. El motor que impulsa esencialmente la disponibilidad, la asequibilidad y la variedad de los teléfonos portátiles, especialmente en el caso de los aparatos baratos, está constituido por el tamaño del mercado y las economías de escala conexas. Asimismo, la implementación de la tecnología de frecuencia intermedia cero (ZIF), o de conversión directa, reducirá aún más los costos de producción de terminales IMT-2000. La tecnología ZIF elimina la necesidad de contar con una frecuencia

intermedia y puede reducir los costos de los dispositivos inalámbricos, haciendo disminuir la factura de los materiales necesarios para fabricar estos dispositivos, así como el espacio necesario para las tarjetas de circuitos hasta en un 50%.

En la actualidad se dispone de cierto número de juegos de chip para teléfonos portátiles CDMA2000 que se han diseñado para atender a las necesidades de una amplia gama de usuarios. Las economías de escala y la posibilidad de basarse en diseños y componentes que comparten varias generaciones de productos cdmaOne ha llevado a reducir continuamente los precios de los teléfonos portátiles CDMA2000. Por otra parte, muchos de los actuales teléfonos portátiles cdmaOne y CDMA2000 son dispositivos en modo dual que soportan también redes analógicas, algo muy interesante para los actuales operadores cdmaOne y TDMA que prestan aún una considerable cobertura analógica.

Por constituir una transición directa a partir de GSM/GPRS, los terminales WCDMA son y seguirán siendo fabricados cada vez más por el numeroso grupo de fabricantes de terminales que dan servicio al mercado GSM. Los terminales en modo doble (GSM/GPRS y WCDMA) están siendo comercializados y proporcionan compatibilidad hacia atrás y hacia adelante. Esto no rige tratándose de los aparatos de radio pero incluso en ese caso los fabricantes de chips están trabajando con objeto de producir un chip común que sirva para varios modelos de radio y de que muchas funciones de esos dos terminales y los aparatos de radio puedan ser realizadas por los chip del teléfono portátil, lo que se traducirá en reducir espacio, necesidades de potencia y procesamiento y, en última instancia, costo. Los dispositivos EDGE están disponibles y la mayoría de los nuevos dispositivos GPRS admitirán el sistema EDGE. Están disponibles los terminales EDGE/WCDMA en modo doble.

El progreso de la tecnología TD-SCDMA ha impulsado la creación de un mayor número de terminales y también se prevé una mayor diversidad de terminales TD-SCDMA. Se empiezan a comercializar terminales TD-SCDMA y GSM/GPRS en modo doble, que pasan libremente entre las redes GSM y TD-SCDMA. Al compartir funciones comunes y facilitar la integración de chip de teléfonos portátiles, se prevé una reducción de los precios de los teléfonos portátiles y de los requisitos de potencia.

Los teléfonos multimodo y multibanda IMT-2000 pueden y podrán adquirirse próximamente para ser utilizados en todo el mundo en algunas de las bandas 800 MHz, 900 MHz, 1 800 MHz, 1 900 MHz y 2 100 MHz, o en todas.

#### **4.2.2.2 Asequibilidad de los servicios**

Habrà que ofrecer a los usuarios finales no sólo teléfonos portátiles abordables sino también conjuntos de servicios que puedan adquirir, sin grandes gastos y tener presente los importantes servicios de previo pago que se suministran en un gran número de países en desarrollo. Con el advenimiento de los datos en paquetes siempre disponibles, los operadores inalámbricos podrían contar con una opción más flexible para imponer tasas fijas por el suministro de servicios de datos. También sería posible tasar los servicios basándose en el volumen, el número de veces de utilización (en el caso de las aplicaciones de datos) o el tiempo total de utilización, que es el método tradicional.

#### **4.2.2.3 Asuntos relativos a la reglamentación**

Las decisiones que adopten las administraciones sobre asuntos capitales de reglamentación como tasas de interconexión, tarifas y flexibilidad de servicio afectarán de manera determinante los precios que ha de pagar el usuario final.

#### **4.2.3 Consideraciones relativas a la itinerancia**

La introducción de teléfonos que soportan múltiples bandas de frecuencias y modos está haciendo cada vez más fácil la itinerancia internacional. El aumento de los teléfonos multibanda/multimodo reviste importancia por dos razones. En primer lugar, dada la ampliación de las opciones, los operadores podrán ofrecer cobertura a sus clientes en el plano nacional, regional o incluso mundial. En segundo término, debido a la generalización de los teléfonos multibanda/multimodo, los operadores podrán obtener ingresos adicionales de la itinerancia, ya que un número mayor de usuarios podrá conectarse de manera itinerante a sus redes.

Es probable que el cliente IMT-2000 del mañana no sea consciente de la tecnología de radiocomunicaciones o de red que se utilice en la red «nativa» o «visitante».

Es probable que la interoperabilidad, esto es, la posibilidad de que los servicios y aplicaciones se suministren sin interfaces entre las redes y los terminales, sea una cuestión esencial a la hora de hacer frente en todo el mundo al surgimiento de las IMT-2000, y la industria está realizando considerables inversiones para ello. Entre los primeros frutos de este esfuerzo concertado cabe citar la interoperabilidad MMS.

Hay que señalar, empero, que la itinerancia entre miembros de la familia de las IMT-2000 no sólo requiere disponer de teléfonos portátiles multibanda/multimodo que puedan funcionar en diferentes entornos y condiciones esenciales. La itinerancia entre miembros de la misma familia de las IMT-2000 exige, entre otras cosas:

- interfaces interoperables red a red entre la red «nativa» y la «visitante» a la cual el usuario se conecta de manera itinerante;
- teléfonos portátiles con las correspondientes pilas de protocolo de radiocomunicaciones y de red, con el fin de que los teléfonos portátiles puedan comunicar con la red «visitante»;
- comprensión de los contenidos de los módulos de identidad de abonado/usuario (SIM/UIM) en los diferentes entornos de red, con el fin de que el usuario pueda identificarse correctamente;
- itinerancia comercial y los correspondientes acuerdos de nivel servicio entre los diferentes operadores, con el fin de hacer posible la utilización de sus respectivas redes por parte de los usuarios.

El UIT-T y el 3GPP/3GPP2 colaboran para reforzar las capacidades de itinerancia entre las redes IMT-2000.

### 4.3 Plan y análisis comerciales

Un paso fundamental para planificar el trayecto de transición hacia el despliegue de redes IMT-2000 es la evaluación de los aspectos económicos de la red. Concretamente, esto quiere decir que los operadores deberían considerar el trayecto de transición que produzca el máximo valor, lo que incluye los ingresos y los costos de adquisición de licencias de espectro<sup>16</sup> y, en su caso, los correspondientes gastos de capital (CAPEX) y de funcionamiento (OPEX) durante la vida económica del sistema de que se trate. Es posible que para efectuar dicha evaluación económica haya que formular ciertas hipótesis acerca de la evolución de la demanda y la penetración del servicio, así como en lo que concierne a las tendencias y políticas tarifarias.

Para aplicar un modelo financiero en el cual todos los aspectos descritos se tomen debidamente en consideración, normalmente habrá que utilizar las herramientas idóneas. Esto hará necesario seguir una secuencia para calcular los valores correspondientes a los parámetros de insumo y establecer las reglas de ingeniería de las redes. Al correr informáticamente el modelo se obtienen resultados técnicos y financieros, basados en datos geográficos y la demanda del servicio. Con la implementación de un modelo financiero lo que se pretende en la mayoría de los casos es adquirir más información sobre datos específicos, lo que puede hacerse, acrecentando el nivel de detalle de la descripción de la infraestructura de la red y/o los componentes de ésta.

#### 4.3.1 Proceso de planificación comercial

Un parámetro esencial de la evaluación es el valor presente neto (NPV) de la red, esto es, el circulante acumulado y descontado que se haya producido hasta el momento que se considere. Desde un punto de vista menos formal, este parámetro indica la rentabilidad de una empresa, que se evalúa a partir del año 0 y a lo largo de N años (N iría del primer año al momento que se considere la vida económica del sistema).

---

<sup>16</sup> <http://www.umts-forum.org/reports.html>.

### 4.3.1.1 Esbozo del plan comercial

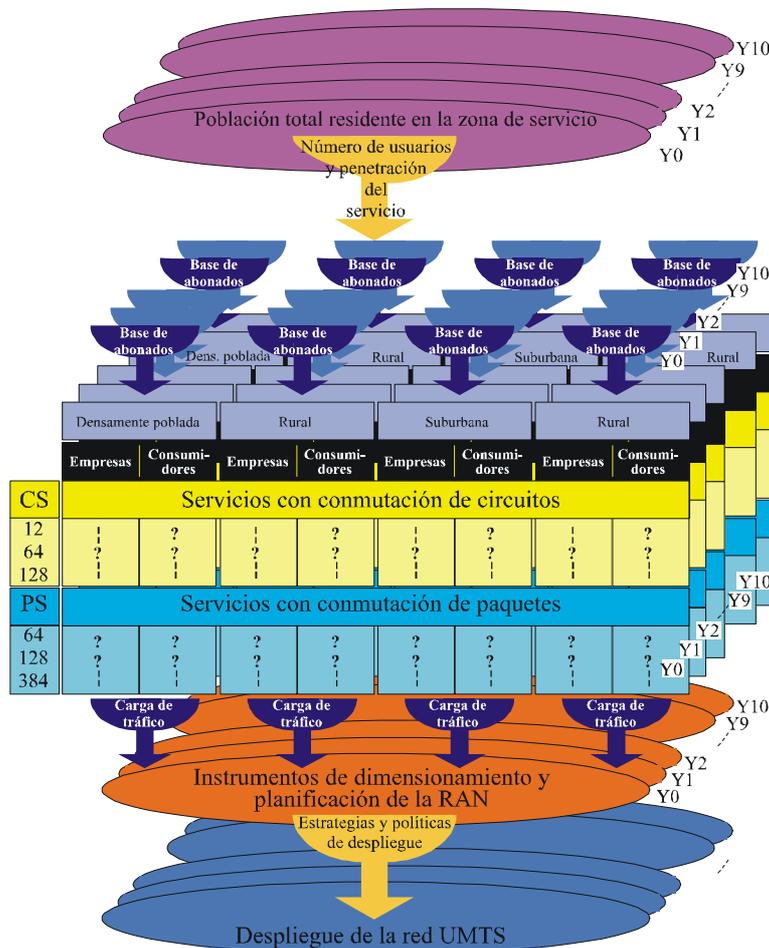
La evaluación económica se realiza del siguiente modo:

- a) Se estima la demanda anual de tráfico<sup>17</sup> a lo largo del periodo considerado, lo que, su vez, entraña varios pasos:
- estimación del número potencial de usuarios;
  - estimación de la penetración del servicio, considerando factores tales como: la clase de servicio (por ejemplo, servicios suministrados con velocidad binaria y conmutación de circuitos o en paquetes conmutados), entorno operacional (denso urbano, urbano, suburbano o rural), clases de los usuarios, etc.;
  - estimación del factor de actividad por tipo y clase de servicio;
  - estimación de los gastos de exploración, incluidos los relacionados con la red o ajenos a ésta, los subsidios que se otorguen con respecto a los teléfonos portátiles, la comercialización, las ventas, etc.).
- b) La red de acceso radioeléctrico se planifica anualmente, considerando el incremento de la demanda de tráfico (inciso a) *supra*) y la necesidad resultante de proceder a adiciones incrementales en la infraestructura de red (estaciones básicas y centros móviles de conmutación) para atender a las necesidades de capacidad. En esta fase, se analizan diferentes entornos de explotación y distintas coberturas desde el punto de vista de los servicios, tanto temporalmente como en lo que atañe al objetivo de cobertura, y se da prioridad a los entornos urbanos densamente poblados.
- c) La red básica se planifica también anualmente, teniendo en cuenta el impacto de la demanda de tráfico (incisos a) y b) *supra*). Como parte de dicha planificación, se consideran también la reestructuración de componentes de la red tales como SGSN/GGSN o PCF/PDSN (función del controlador de paquetes/nodo de servicio de datos en paquetes). Esto incluye el mejoramiento de HW y SW, es decir, la potencia del procesamiento aumentará a medida que se mejoren la arquitectura y las funciones, implementando sucesivas publicaciones sobre las IMT-2000. En esta fase se toma en consideración que el equipo de conmutación en paquetes tenderá a sustituir el equipo de conmutación de circuitos.
- d) Se supone una estructura de ingresos para cada servicio y en este sentido se analizan los precios aplicables al usuario final y el equilibrio entre los costos y los ingresos que podrán generar posibles acuerdos con terceros que participan en el soporte del servicio (por ejemplo, proveedores de contenido, intermediarios, etc.). Acto seguido, se examinan los ingresos derivados del servicio, teniendo en cuenta un factor de «erosión de precios» y la vida económica del sistema considerado. Esta erosión dependerá básicamente de las tendencias generales que se observen en las tarifas de los servicios de telecomunicaciones, de la política que aplique el operador para atraer y/o preservar su base de clientes y hacer frente a la competencia.
- e) Se calcula el NPV y, basándose en los análisis de los resultados, se considera la posibilidad de perfeccionar la estrategia de despliegue de las IMT-2000.

---

<sup>17</sup> En lo que a la planificación de la capacidad respecta, la demanda del tráfico se obtiene por adición de las demandas relacionadas con cada servicio. Esto puede producir diferentes tendencias y, en general, diferentes fechas de inicio. En lo siguiente y al menos que se indique otra cosa el término «demanda» remite a las demandas agregadas de los diferentes servicios.

**Figura 4.3.1.1 – Planificación de la red de acceso radioeléctrico y despliegue de las IMT-2000 durante la vida económica de los sistemas**



Las fases de que consta el plan empresarial se resumen en la Figura 4.3.1.1. Debido a los muchos parámetros de los cuales puede depender este plan, normalmente se realiza un análisis de sensibilidad a los parámetros esenciales (por ejemplo, intervalos de incertidumbre con respecto a la estimación de la demanda, tasa de erosión de los precios de los servicios, etc.), para complementar el plan empresarial<sup>18</sup>.

#### 4.3.1.2 Penetración del servicio y escenarios de demanda

La demanda del servicio y los escenarios de tráfico contribuyen al dimensionamiento y al proceso de planificación, y, en última instancia, influyen en las consideraciones económicas del plan empresarial. Los escenarios de servicio y tráfico se obtienen combinando datos relacionados, entre otras cosas, con la demografía, los aspectos sociales, las zonas de cobertura al servicio, la aceptación prospectiva de la oferta del servicio, el tráfico por fuente y la velocidad binaria de los servicios ofrecidos.

<sup>18</sup> El plan comercial puede perfeccionarse no sólo teniendo en cuenta ciertos márgenes de incertidumbre sino también aspectos adicionales que repercuten en los costos y los ingresos, por ejemplo las acciones y tarifas de promoción, la ubicación de la infraestructura radioeléctrica 2G/3G, la compartición de riesgos y beneficios como consecuencia de la concertación de acuerdos con proveedores y/o intermediarios de servicios/contenido, etc.

Huelga decir que al procesar los datos hay que empezar por identificar la zona de servicio y la población global. Habrá que insistir en estos elementos (véase la Figura 4.3.1.1). A partir de la población global, se identifica el número posible de clientes, dentro de ciertos límites de edad especificados. Asimismo, suponiendo un porcentaje dado de cobertura demográfica del servicio, se obtiene el volumen de la base de clientes. Acto seguido y suponiendo una serie de porcentajes de zona de servicio para los entornos denso urbano, urbano, suburbano y rural, así como el hecho de que a cada entorno de explotación corresponde una participación en el mercado y una base de clientes, puede clasificarse la población de usuarios con arreglo a criterios que obedezcan al entorno de funcionamiento y al tipo de abono. Por último, suponiendo que la penetración de los servicios con conmutación de circuitos y de paquetes corresponde a un entorno de explotación y al tipo de abono considerado, es posible obtener el número de usuarios abonados a los servicios IMT-2000. Se supone que este número se distribuye uniformemente en las zonas de servicio, para estimar el tráfico ofrecido y, por tanto, planificar la red de acceso radioeléctrico. Para ello, se introduce un factor de actividad inherente a cada clase de servicio y se estima el tráfico global (véase la Figura 4.3.1.1).

Para planificar la evolución de la red de acceso radioeléctrico, el mencionado ejercicio se repite cada año de la vida económica del sistema, según se indica en la Figura 4.3.1.1, lo que hará necesario actualizar la población global y ajustar otros datos sobre insumos que dependen del tiempo, por ejemplo, sobre la penetración del servicio. Normalmente, el número y ubicación de las estaciones de base y de los centros móviles de conmutación para el año N+1 corresponde al de los del año N más los instalados como consecuencia del incremento de la base de clientes del año N al año N+1. Dicho de otro modo, los operadores no se plantean por lo general y en ningún momento la cuestión de reorganizar la estructura de sus redes radioeléctricas.

#### **4.3.1.3 Análisis de sensibilidad**

Como se había previsto, existen varios parámetros que guardan relación con los aspectos económicos del despliegue de las IMT-2000 –y, por tanto, con el valor presente neto–, y que quedan esencialmente afectados por inexactitudes en las estimaciones o pueden variar dependiendo de las opciones del operador, opciones que, a su vez, puedan quedar afectadas por las cambiantes condiciones del mercado y la empresa. Para realizar un análisis de sensibilidad se toma en consideración los siguientes parámetros: demanda del tráfico, penetración del servicio, erosión de las tarifas y oferta de servicios.

### **4.3.2 Realización del plan comercial**

#### **4.3.2.1 Introducción**

Muchos operadores se han visto afectados por las grandes deudas en que incurrieron debido a la necesidad de abonar onerosas tasas por licencias IMT-2000 y de realizar considerables inversiones iniciales en infraestructura, razón por la cual dichos operadores, tanto existentes como nuevos, dependen en gran medida de que se materialicen sus planes empresariales con el fin de crear valor en favor de sus accionistas y adoptar decisiones estratégicas para realizar o no actividades (los nuevos operadores experimentan además la carga que suponen unos importantes costos fijos iniciales para entrar al mercado).

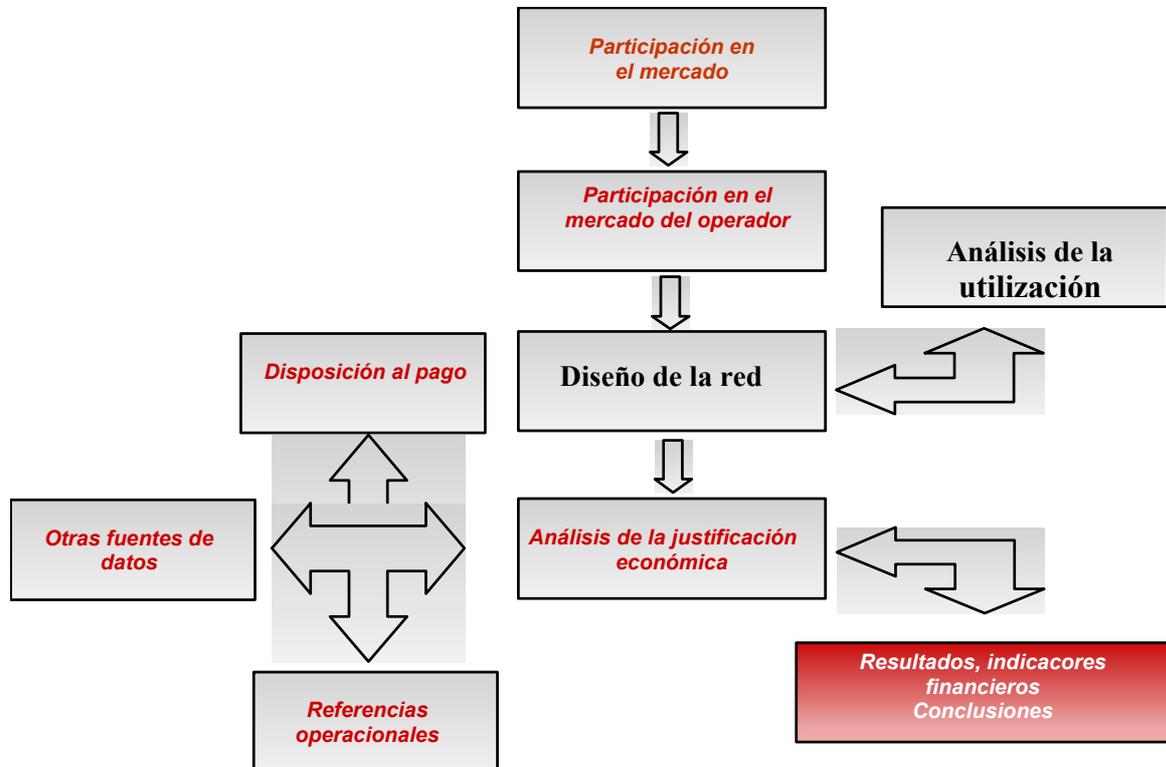
Teniendo presente el hecho de que los mercados de abonados móviles están cada vez más saturados y de que los ARPU correspondientes al suministro de los servicios vocales están disminuyendo, los operadores han pasado, en lo que concierne a las IMT-2000, de destacar el crecimiento impulsado por los abonados a hacer hincapié en el impulsado por el ARPU. En los planes empresariales para las IMT-2000 se considera normalmente que una gran parte de los ingresos provendrán de las aplicaciones de datos, por lo cual se piensa que las IMT-2000 son una tecnología que tiene que ver esencialmente con las aplicaciones. Para convertir estas proyecciones en realidad, los operadores deben impulsar activamente la transición de sus abonados de los servicios pre-IMT-2000 a los IMT-2000, el despegue de nuevos servicios y el nivel de utilización de cada uno de los servicios. Dado el cambio de objetivo que se ha señalado, será esencial establecer sólidas metodologías para simular la infidelidad de los abonados y calcular ingresos futuros en los planes empresariales.

En la presente sección se destaca un enfoque estructurado para preparar un plan comercial con respecto a las IMT-2000 y un caso de empresa IMT-2000 basado en las experiencias reales de un operador establecido pre-IMT-2000.

### 4.3.2.2 Enfoque modular respecto a la planificación comercial

En la Figura 4.3.2.2 se indica un posible modelo de plan comercial.

Figura 4.3.2.2 – Estructura del modelo de plan comercial



Las previsiones relativas a los abonados se realizan al principio y mediados del proceso de preparación del plan empresarial. En este contexto, se estima el mercado total para los servicios móviles en términos de penetración o de número de abonados y, a continuación, se divide entre tecnologías (anteriores a las IMT-2000 e IMT-2000) y entre los diferentes operadores por participación en el mercado y predicciones sobre el número de abonado. Por último, se procede a segmentar la base de clientes.

Por lo que hace al módulo de ingresos, se aplican diferentes modalidades de previsión para estimar los niveles y las tendencias de ARPU. Los enfoques presupuestarios y de asequibilidad son métodos de arriba a abajo y se utilizan como métodos de control de la racionalidad económica: el enfoque presupuestario se aplica a mercados saturados o casi saturados (es decir, no interesantes desde el punto de vista económico para los operadores, ya que a partir de un determinado punto a éstos le deja de interesar incrementar su penetración a expensas de reducir aún más sus precios); el enfoque de disponibilidad o de tope comercial se aplica a los mercados en desarrollo y su objetivo es determinar un equilibrio entre el aumento de la penetración y la reducción del ARPU (la penetración viable y el nivel relativo de ARPU respecto al PIB per cápita son obviamente dos factores correlacionados). El enfoque de abajo a arriba es precisamente el contrario y consiste en una simulación de la estructura de precios por segmento y aplicación, así como de los ritmos de despegue y utilización de los servicios. En consecuencia, puede utilizarse para estudiar la dinámica del desarrollo del ARPU impulsada por elementos de demanda y extraer conclusiones sobre la estrategia comercial en curso, por ejemplo, calendarios óptimos y de ciclos de vida de una aplicación.

En el módulo OPEX se recurre a una combinación de múltiples (basados en los ingresos, el número de abonados, la tipología de red, etc.), niveles de referencia de «operadores muy establecidos» (aplicables a los márgenes a largo plazo, una vez que se ha llegado a un estado estable) y estimaciones del OPEX «puntual» inicial necesario para generar una estructura de OPEX y desarrollarla durante el periodo de planificación.

Los CAPEX se determinan normalmente utilizando datos numéricos sobre los componentes de la red derivados de una planificación indicativa o perfeccionada de la red, junto con la información sobre precios, para definir un plan de inversión. Los CAPEX se basan en consideraciones de cobertura (normalmente para los primeros años) y de capacidad (por lo general, a largo plazo). Los resultados ejercen influencia en el circulante (inversiones anuales) y en la contabilidad de beneficios y pérdidas (depreciación).

La contabilidad constituye la fase final del proceso de planificación empresarial. En este caso, se preparan estados de pérdidas y ganancias y de circulante, para utilizarlos como resultados normalizados de un plan empresarial financiable, varios indicadores cuantitativos del rendimiento de la inversión, por ejemplo, la TIR (tasa interna de rendimiento) y el VPN (valor presente neto), así como algunos elementos de medición de la deuda, por ejemplo, la TCD (tasa de cobertura para atender a la deuda) y una serie de disposiciones financieras.

Cabe señalar que las cifras sólo tienen valor indicativo y que las conclusiones basadas en los análisis comerciales dependen indefectiblemente de los supuestos subyacentes al parámetro escogido.

Los lectores interesados pueden remitirse a la Sección 4.3.2 de las MTG donde se explica detalladamente un caso empresarial real.

## 5 Observaciones finales

El proceso de transición de los sistemas anteriores a las IMT-2000 hacia los sistemas IMT-2000 obedece a un conjunto de ventajas vislumbrado para los usuarios y los operadores de las IMT-2000 implantadas en todo el mundo, entre las que cabe mencionar las siguientes:

- Ventajas globales: bandas de frecuencia comunes, un alto grado de uniformidad de diseño de sistemas, equipos compatibles y soporte de una variedad de tipos de terminales.
- Nuevos servicios y capacidades: servicios de transmisión de voz de mayor calidad y más eficaces, servicios de datos y multimedia avanzados, seguridad mejorada y soporte de una variedad de velocidades de datos en ambos sentidos.
- Evolución y migración: evolución flexible hacia las IMT-2000 y en el marco de las mismas, compatibilidad de servicios en las IMT-2000 y con la red fija de telecomunicaciones, y la capacidad de coexistir y ser compatibles con los sistemas anteriores a las IMT-2000.
- Flexibilidad y capacidades multientorno: apoyo de servicios personalizados en los distintos entornos y regiones, acomodación de un nivel máximo de interfuncionamiento entre redes de distintos tipos, prestación de servicios a una amplia gama de densidades de población, situaciones topográficas y de movilidad, y un uso más eficaz del espectro radioeléctrico.

Estas ventajas son de gran importancia para los países en desarrollo, dado que ofrecen ventajas tangibles para los operadores y los usuarios. La flexibilidad de efectuar la transición de los sistemas actuales a las IMT-2000 otorga a los países la capacidad de mejorar considerablemente su oferta de servicios de telecomunicaciones, en algunos casos incluso superando las capacidades de las redes alámbricas. La posibilidad de escoger distintas tecnologías IMT-2000, diseñadas para coexistir con los sistemas anteriores a las IMT-2000 o sustituirlos, permite a los operadores implantar el sistema o los sistemas que ofrezcan el mejor equilibrio de ventajas para los usuarios y potenciar las inversiones actuales. El proceso de transición hacia las IMT-2000 permite dotar a los usuarios de actualizaciones de mayor calidad y más eficaces de los servicios de transmisión de voz y datos que prestan las redes anteriores a las IMT-2000, de modo que los usuarios de los países en desarrollo pueden gozar de los servicios habituales sustancialmente mejorados.

La transición de los sistemas anteriores a las IMT-2000 hacia las IMT-2000 está condicionada por un abanico de requisitos y expectativas, además de factores asociados a la capitalización de las inversiones efectuadas en infraestructura ya disponible, que desempeñan una función esencial. Si bien estas motivaciones suelen ser las mismas en el marco de los distintos países y operadores, su importancia relativa y la actitud

respecto de la transición determinan el trayecto real de transición en los países desarrollados y en desarrollo. En particular, los países desarrollados basan sus decisiones en cuándo y cómo optar por los sistemas IMT-2000 a fin de encontrar un equilibrio entre las inversiones realizadas y los ingresos recibidos, mientras que los países en desarrollo tienden a considerar la transición hacia las IMT-2000 como una manera de reducir la brecha digital y resolver los problemas de prestación/distribución de servicios, siempre y cuando sus costos sean asequibles. A este respecto, entre otros importantes requisitos que han de reunir los países en desarrollo cabe mencionar una inversión mínima en redes incipientes y la prestación de servicios de cobertura rentables en las zonas con poca densidad de población.

La evolución y la migración son las fases por las que se materializa una transición, en cuyo marco las decisiones económicas y estratégicas determinan la combinación y la secuencia. En general, y no sólo en los países en desarrollo, desde el punto de vista de los operadores y de los usuarios, es preferible perfeccionar los sistemas, puesto que así se pueden reutilizar en gran medida las inversiones. Sin embargo, la experiencia muestra que, con el tiempo, todas las tecnologías alcanzarán sus límites de expansión (es decir, incluso las mejoras evolutivas a largo plazo ocasionarán una complejidad de sistema inaceptable). En la etapa actual, los saltos tecnológicos son ineludibles, lo que se traduce en la necesidad de crear un nuevo sistema compatible con el anterior y adoptar una estrategia adecuada de migración y compatibilidad.

Los datos preliminares han mostrado que las redes móviles mejoradas y extendidas como, por ejemplo, las habilitadas por las tecnologías IMT-2000, guardan relación con la mejora económica, que evidentemente constituye uno de los beneficios más valiosos de la transición hacia las redes inalámbricas avanzadas. Dado que las redes IMT-2000 están implantadas en todo el mundo en desarrollo, además de mejorar los servicios existentes, sus capacidades de datos y multimedia avanzadas ofrecen a los usuarios y proveedores de servicios nuevos instrumentos para impulsar el progreso económico e implantar la infraestructura necesaria para la sociedad de la información incipiente (véase la Declaración de Principios y el Plan de Acción de la CMSI).

En conclusión, las posibilidades que ofrecen los sistemas de comunicaciones móviles, incluidas las IMT-2000, de mejorar el acceso a los servicios de la información y la comunicación en las zonas insuficientemente servidas o desatendidas del mundo son fundamentales para proporcionar el acceso para todos en la sociedad de la información y reducir la brecha digital.

## 6 Definiciones

A los efectos de estas Directrices, se aplican las siguientes definiciones.

<b>Término</b>	<b>Fuente</b>	<b>Definición</b>
Evolución	Manual de la UIT	Proceso de cambio y desarrollo de un sistema radioeléctrico móvil, para llegar a otro con capacidades mejoradas (Recomendación UIT-R M.1308).
Evolución hacia las IMT-2000	Manual de la UIT	Proceso de cambio y desarrollo de un sistema móvil de radiocomunicaciones que lleva a las capacidades y funcionalidades de las IMT-2000 (Recomendación UIT-R M.1308).
Migración hacia las IMT-2000	Manual de la UIT	Paso a las IMT-2000 de los usuarios y/o del suministro de servicios de la red de telecomunicaciones existentes (Recomendación UIT-R M.1308).
pre-IMT-2000	Manual de la UIT	Sistemas móviles actualmente en servicio o que serán introducidos con anterioridad a la introducción de IMT-2000 (Recomendación UIT-R M.1308).  NOTA – En el contexto de las presentes Directrices la definición de «pre-IMT-2000» se aplica a todo tipo de desarrollo de sistemas conformes con las normas anteriores a las IMT-2000, como puede verse en las Recomendaciones UIT-R M.622, M.1033 y M.1073.

Término	Fuente	Definición
Publicación del 3GPP	Informe Técnico del 3GPP 21.900 V5.0.1	<p>Estas especificaciones se agrupan en «Publicaciones». Un sistema móvil puede concebirse basándose en el conjunto de todas las especificaciones que figuran en una determinada Publicación. Una Publicación difiere de la anterior por la adición de una funcionalidad, que es el resultado del trabajo de normalización en curso en los Grupos. Las especificaciones relativas a una publicación dada podrán distinguirse mediante el primer campo del número de la correspondiente versión (por ejemplo «x» en x.y.z. El sentido de estos tres campos queda definido en el Informe Técnico del 3GPP, TR 21.900 V5.0.1<sup>19</sup>).</p> <p>Una determinada especificación puede detallarse simultáneamente en varias versiones, cada una de ellas correspondiente a una Publicación. En principio, la Publicación de la correspondiente especificación puede consistir en todas las especificaciones a que remite el campo de una versión «fundamental» al que se haya dado un determinado valor.</p>
Especificación del 3GPP	Informe Técnico del 3GPP 21.900 V5.0.1	<p>TR es el término genérico que se utiliza para denominar una especificación técnica o un Informe Técnico, y cada especificación está asociada con un «número de versión» del tipo x.y.z, que identifica unívocamente el documento de que se trate.</p> <p>En general, una especificación técnica del 3GPP (TS) se identifica mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• el número de especificación, por ejemplo, 3GPP TS &lt;aa.bbb&gt;;</li> <li>• el número de la versión, por ejemplo, V &lt;x.y.z&gt;;</li> <li>• el título de la especificación;</li> <li>• el número de la Publicación, por ejemplo, tratándose de las UMTS, Publicación 5.</li> </ul> <p>En el Informe Técnico del 3GPP, TR 21.900 V5.0.1, se explica lo que significan los campos &lt;aa.bbb&gt; y &lt;x.y.z&gt;. En particular, la extensión del campo «aa» depende del tipo de sistema considerado. Por lo que hace a los sistemas UMTS (a partir de la Publicación 1999), el campo «aa» va de 21 a 35, en lo que concierne a la definición de la cobertura de los aspectos relacionados con: los requisitos de las especificaciones, el servicio, la realización técnica, los protocolos de señalización, el acceso radioeléctrico y la red básica, SIM/UIM, la seguridad, las especificaciones de prueba, etc.</p>
Versión 3GPP	Informe Técnico 3GPP 21.900 V5.0.1	<p>Identificador exclusivo con la forma x.y.z. para una especificación en un momento dado.</p> <p>Ejemplo: versión 3.12.3.</p>
Publicación 3GPP2	3GPP2 S.R0097	<p>Cualquier documento publicado por un órgano constitutivo de 3GPP2 (Grupo de Especificación Técnica o Comité Directivo). La publicación debe ser conforme con el Plan de Numeración de Publicaciones, que se define brevemente como sigue:</p> <p><u>A.Bcccc[-ddd]-X versión y.z.</u></p>

<sup>19</sup> En el Informe Técnico del 3GPP, TR 21.900 V5.0.1 «... se exponen los métodos de trabajo que habrán de utilizar los grupos de especificación técnica del 3GPP, así como sus Grupos de Trabajo y sus Subgrupos, y el equipo de apoyo del 3GPP, en lo que respecta a la gestión de documentos, esto es, el tratamiento de especificaciones, los procedimientos de actualización, los procedimientos relativos a las peticiones de cambio, los mecanismos de control de las versiones, la información sobre el estado de las especificaciones, etc. Este Informe complementa las reglas y procedimientos definidos por el 3GPP...».

Para aclarar plenamente los procesos de especificación y el concepto de Publicación del 3GPP, en el Anexo E en las directrices a mediano plazo (MTG) figura el Informe Técnico del 3GPP, TR 21.900 V5.0.1.

Término	Fuente	Definición
Publicación del 3GPP	Informe Técnico del 3GPP 21.900 V5.0.1	<p>Donde:</p> <p>A[A] identifica el Grupo de Especificación Técnica [A, C, S, X o SC]</p> <p>B denota el proyecto, informe o especificación considerado [P, R, S]</p> <p>cccc es el número de 4 cifras del documento considerado [0000-9999]</p> <p>ddd es la parte opcional de 3 cifras del número aplicable a los documentos que constan de varias partes [000-999]</p> <p>X denota la revisión de que se trate [0, A-Z]:</p> <p>0 corresponde a la publicación inicial (revisión 0)</p> <p>A a la primera revisión, y así sucesivamente</p> <p>y es el número del «punto de publicación»</p> <p>0 se utiliza cuando el documento se prepara por primera vez</p> <p>1 este número se aumenta cuando el documento considerado se aprueba con miras a su aplicación (así, 1 corresponde a la primera aprobación de la Plenaria)</p> <p>z corresponde a un nivel interno de edición</p> <p>0 el nivel interno de edición z, vuelve a 0 cuando el documento se aprueba para su publicación</p> <p>1 el nivel de edición interno es incrementado en una unidad por la entidad competente (por ejemplo, un Grupo de Trabajo) que esté preparando el documento.</p> <p>El proceso de publicación concluye el ciclo de preparación de las nuevas revisiones de las especificaciones del 3GPP2 (véase <i>supra</i> la definición de la revisión de los documentos del 3GPP2). El ciclo de desarrollo consiste en un proceso de tres fases.</p>
Publicación sobre el Sistema del 3GPP2	3GPP2 S.R0052	<p>Una publicación sobre el sistema es un conjunto de especificaciones y características, que se definen en la Guía de Publicaciones Sobre el Sistema (SRG), en la cual se traza un panorama de las capacidades, características y servicios del sistema inalámbrico de telecomunicaciones del 3GPP2 (cdma2000), que constituye una referencia sobre el particular.</p> <p>Las características y capacidades especificadas en publicación sobre el sistema cdma2000 se enumeran y esboza brevemente. Asimismo, se proporcionan referencias y números de especificación con respecto a las características del sistema. Cualquier publicación sobre el sistema incluye únicamente las características y capacidades que forman parte de las especificaciones del 3GPP2 publicadas en ese momento.</p>
Revisión de Documento del 3GPP2	3GPP2 S.R0099	<p>Las revisiones de los documentos quedan indicadas por el designador X del nivel de revisión (véase <i>supra</i> la definición de las Publicaciones del 3GPP2) y se utilizan para identificar los cambios o las adiciones técnicas importantes que se introducen en una especificación y que normalmente serán soportadas de forma independiente en las implementaciones de un producto.</p> <p>Las revisiones no son mutuamente exclusivas, lo que quiere decir, que los fabricantes pueden seguir fabricando productos conformes con la revisión 0 de una especificación, incluso después de que se haya publicado la revisión A.</p>

NOTA – Las especificaciones técnicas 3GPP y 3GPP2 suelen ser presentadas a través de sus entidades de organización asociadas en calidad de contribución al UIT-T y/o al UIT-R con el fin de que sirvan de base para la mayoría de las Recomendaciones del UIT-T sobre la red básica IMT-2000 y las Recomendaciones del UIT-R sobre el acceso radioeléctrico a las IMT-2000.

## 7 Abreviaturas y 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
<b>A</b>	
AAA	Autenticación, autorización y contabilidad
ANSI	American National Standard Institute
ATM	Modo de transferencia asíncrono
<b>B</b>	
<b>C</b>	
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
<b>D</b>	
DECT	Telecomunicaciones inalámbricas mejoradas digitalmente
<b>E</b>	
EBIT	Ingresos antes de intereses e impuestos
EBITDA	Ingresos antes de intereses e impuestos, depreciación y amortización
EDGE	Velocidades de datos mejoradas para evolución global
EDGE DO	EDGE sólo para datos
ETSI	Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones
<b>F</b>	
FDD	Multiplexación por división de frecuencia
FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia
<b>G</b>	
GGSN	Nodo de soporte de pasarela
GPRS	Servicio general de radiocomunicaciones en paquetes
GSM	Sistema mundial de telecomunicaciones móviles
<b>H</b>	
HA	Agente de hogar
HLR	Registro de ubicación de hogar
HSDPA	Acceso en paquetes de enlace descendente a gran velocidad
<b>I</b>	
IETF	Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet
IMS	Subsistema de multimedia IP
IMT-2000	Telecomunicaciones móviles internacionales - 2000

IMU	Ingreso medio por usuario
IP	Protocolo Internet
IT	Tecnología de la información
<b>J</b>	
<b>K</b>	
<b>L</b>	
<b>M</b>	
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
<b>N</b>	
<b>O</b>	
OPEX	Costos de funcionamiento
<b>P</b>	
PCF	Función de controlador de paquetes
PCF	Función de controlador de paquetes
PDC	Teléfono celular digital personal
PDSN	Nodo o servidor de datos por paquetes
PS	Conmutación de paquetes
<b>Q</b>	
<b>R</b>	
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
<b>S</b>	
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
<b>T</b>	
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
<b>U</b>	
UIM	Módulo de identidad de usuario
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
UTRAN	Red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS
UWC	Universal Wireless Consortium (actualmente denominado 3G Americas)
<b>V</b>	
VLR	Registro de posiciones de visitante
VNO	Operador de red virtual
VoIP	Voz con IP
<b>W</b>	
WCDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha
<b>Y</b>	
<b>Z</b>	

## ANEXO I

**Experiencia de los operadores en cuanto a la transición a los sistemas IMT-2000**

En el presente Anexo se muestran las experiencias de los operadores en cuanto a la transición a los sistemas IMT-2000. En el Cuadro I.1 se cotejan las experiencias de los operadores y los escenarios de transición que se indican en la lista que figura en la Sección 3.2. Además, en el sitio web de la UIT sobre las IMT-2000 figura información sobre la implantación de sistemas comerciales y experimentales (<http://www.itu.int/ITU-D/IMT-2000/index.html>).

**Cuadro I.1 – Escenarios de transición según las experiencias de los operadores**

Escenarios	Experiencias de los operadores	Redes anteriores a las IMT-2000 (Bandas de frecuencias)	Redes IMT-2000 (Bandas de frecuencias)
Escenario 1	Federación de Rusia	NMT 450 (450 MHz)	CDMA2000 1X (450 MHz)
Escenario 2	Chile (Telefónica Móvil de Chile)	AMPS/TDMA (850 MHz)	GS+M/GPRS/EDGE (1 900 MHz)
Escenario 2	Japón (NTT DoCoMo)	PDC (800 MHz)	WCDMA (2 000 MHz)
Escenario 3	Hong Kong (Hong Kong CSL Ltd.)	GSM/GPRS (900/1 800 MHz)	GSM/GPRS/EDGE (900/1 800 MHz)
Escenario 3	Japón (KDDI: au)	cdmaOne (800 MHz)	CDMA2000 1X (800 MHz)
Escenario 3	Tailandia (Advanced Info Service Public Co. Ltd.)	GSM/GPRS (900 MHz)	GSM/GPRS/EDGE (900 MHz)
Escenario 3	Venezuela	TDMA (800 MHz)	CDMA2000 1X (800 MHz)
Escenario 4	Hungría (Pannon GSM Telecommunications Ltd.)	GSM (900 MHz)	GSM/GPRS/EDGE (1 800 MHz)

**CHILE – Implementación de la tecnología IMT-2000 (EDGE) y migración TDMA en Chile**

*Fuente:* Telefónica Móvil de Chile

**1 Antecedentes**

Telefónica Móvil de Chile, que forma parte del grupo de empresas de Telefónica presentes en 14 países y con una cobertura potencial de 514 millones de abonados, proporciona soluciones de telecomunicaciones inalámbricas en Chile desde 1989. El grupo de empresas de Telefónica en América Latina representa la mitad de los 50 millones de abonados con que cuenta Telefónica en todo el mundo.

Telefónica Móvil de Chile ha aprovechado la experiencia adquirida de la empresa matriz y de sus asociados en materia de diseño e implementación de redes para proporcionar servicios vocales y de datos de alta calidad a sus clientes en todo el país.

En el primer trimestre de 2003 Telefónica lanzó GSM/GPRS en la banda de 1 900 MHz, y esta medida fue seguida en octubre por el despliegue de EDGE.

## **2 Realización de la infraestructura**

La nueva red GSM telefónica benefició de la última subasta celebrada en Chile de 30 MHz en la banda de 1 900 MHz. La participación en esta subasta hizo necesario presentar una propuesta técnica en que se evaluase la cobertura y las horas de trabajo. Para obtener el espectro necesario, Telefónica Móvil de Chile se vio obligada a formular un proyecto de rápido despliegue en todo el país.

Telefónica Móvil de Chile, que se encuentra en curso de migración de la tecnología a la AMPS/TDMA en la banda 850 MHz, optó por la familia de tecnologías GSM/GPRS/EDGE. Esta medida obedeció a consideraciones de penetración global, de costos, de servicio y de telefonía portátil.

La red GSM de Telefónica se estableció aproximadamente en cuatro meses. Las estaciones de base adquiridas eran nuevas y una parte considerable de las mismas estaba dotada con transceptores EDGE. El despliegue nacional no quedó afectado por la adición ulterior de EDGE, ya que, como esta tecnología es una característica de radiocomunicaciones, puede activarse mediante transceptores.

## **3 Uso eficaz del espectro**

EDGE constituye una modalidad rentable para ofrecer servicios avanzados sin necesidad de aumentar el espectro existente. Todos los dispositivos EDGE soportan GSM/GPRS y trabajan en varias bandas de espectro, lo que incluye variaciones de las bandas de 800/900/1 800/1 900 MHz. Como EDGE es compatible con GPRS (Telefónica Móvil de Chile mantiene una cobertura GPRS), los clientes que pasen a una zona cubierta por EDGE, seguirán disponiendo de servicio de datos en paquetes GPRS. Telefónica Móvil de Chile se ha concentrado inicialmente en desplegar EDGE sólo en zonas donde prevalece una gran demanda de datos.

Hoy en día Telefónica Móvil de Chile dispone de terminales multisección de clase 2 comercialmente disponibles (hasta 2 TSL en enlace descendente y 1 TSL en enlace ascendente) y ha registrado velocidades medias de unos 40 a 80 kbps para las aplicaciones estáticas con puntas de hasta 100 kbps. Éstos son resultados halagüeños, habida cuenta del bajo costo y del escaso esfuerzo que requiera el despliegue de un sistema EDGE. Por otra parte, se ha mejorado el uso eficaz del espectro 2,5 veces en comparación con la que corresponde a un sistema GPRS.

## **4 Migración GSM**

Con la introducción en 2003 de GSM/GPRS/EDGE, Telefónica Móvil de Chile pasó a contar con una plataforma de red muy sólida para competir en el mercado móvil chileno y proporcionar a sus clientes una paleta muy completa de servicios vocales avanzados, una amplia gama de terminales y servicios móviles de datos mejorados.

Entre los servicios suministrados, cabe citar descarga de juegos (JUEGOS MÓVILES), descarga de tonos de llamada (MÚSICA MÓVIL) y mensajería multimedios (IMÁGENES MÓVILES). Por lo que hace a los datos móviles, Telefónica Móvil de Chile proporciona INTERNET MÓVIL y recientemente ha lanzado VPN MÓVIL, servicio que se destina esencialmente a las empresas. Estos servicios incrementan la movilidad de los clientes, que beneficiarán en su propia oficina móvil de un conjunto muy completo de aplicaciones.

Telefónica Móvil de Chile ha descubierto que, en general, lo importante es concentrarse en comercializar EDGE para dar movilidad a los usuarios de datos, en lugar de vender movilidad de datos a los usuarios vocales. Telefónica Móvil de Chile considera que EDGE ayudará a estos clientes a mejorar su experiencia en cuanto a los datos móviles y que esto, a su vez, contribuirá a ampliar el mercado y a acrecentar, por consiguiente, los ingresos de la empresa.

## HONG KONG – Aplicación de la tecnología IMT-2000 (EDGE) en Hong Kong

*Fuente:* Hong Kong CSL Limited

### 1 Antecedentes

CSL, que lanzó sus servicios móviles en 1983, explota con sus marcas móviles: 1010 y One2Free, una red GSM en banda doble que figura entre las mejores del mundo. La empresa proporciona una gama muy completa de servicios móviles de prepago y de servicios de itinerancia internacional, así como una tecnología móvil muy revolucionaria, que incluye el protocolo de aplicaciones inalámbricas (WAP), servicio de datos con conmutación de circuitos a gran velocidad (HSCSD), y un servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS).

### 2 Servicios EDGE

En agosto de 2003 CSL lanzó la primera red comercial EDGE en Hong Kong y sus clientes pueden beneficiar actualmente de aplicaciones de datos a una velocidad de transferencia de datos mayor, si utilizan un dispositivo capaz de EDGE. El Sr. Hubert Ng, Director General de CSL, ha señalado que «La adopción de EDGE constituye una medida de evolución natural a partir de la red GPRS existente. El despliegue de EDGE tiende a acelerar la adopción de los servicios de datos móviles y prepara a los clientes a aceptar ampliamente la próxima generación de datos móviles».

Los servicios EDGE ofrecidos incluyen la suite GPRS de servicios de mensajería multimedia, juegos con Java y navegador WAP, así como una amplia gama de descargas de vídeo, descargas que pueden hacerse en terminales de vídeo equipadas con GPRS, pese a que la adición de EDGE las sitúa en el segmento más caro del mercado.

### 3 Evolución a partir de 2GSM

La actualización de la red GPRS HKCSL existente fue un proceso relativamente fácil, ya que EDGE es una actualización de GPRS. Esta mejora cobró interés, debido a la demanda cada vez mayor de transmisión de datos que, a su vez, obedecía al creciente número de terminales MMS y GPRS conectados a la red. Una vez provistos de teléfonos móviles con pantalla en colores y cámaras, lo que los clientes desean ante todo es personalizar estos aparatos con los tonos de llamada polifónicos y un papel tapiz colorido de su elección. Los más osados llegan incluso a utilizar sus teléfonos para cargar y descargar las imágenes MMS y los videoclips que prefieren, así como para descargar juegos con Java para pasar el tiempo mientras están fuera de línea. La combinación de la curva de crecimiento S que caracteriza a la utilización de terminales MMS y la necesidad de disponer de ficheros más grandes para efectuar las descargas de estas características ha hecho que la red deba contar con mayor capacidad y efectuar un procesamiento más rápido.

El proceso de actualización es relativamente sencillo, ya que equivale a introducir una versión actualizada del soporte lógico de la red, pese a lo cual hemos revisado nuestro plan de radiocomunicaciones para optimizar la calidad de funcionamiento de la red en cuanto a los datos. En un principio, se mejoraron los sitios remotos para estabilizar el soporte lógico y la calidad de funcionamiento a la red, tras lo cual se dejó de atender progresivamente con EDGE a las principales zonas de tráfico de datos. Como este sistema se encontraba plenamente integrado con la red GPRS existente, pensábamos que los problemas que pudieran surgir al desconectar una determinada estación de base afectarían a todos los clientes, asunto éste que nos parecía muy delicado. Ahora bien, no se registraron incidentes de mayor importancia.

### 4 Calidad de funcionamiento de la red

Lo que hace tan interesante el sistema EDGE es, en parte, que en la red se han logrado velocidades de datos muy próximas a las teóricas y que son aproximadamente tres veces mayores que las que caracterizan a la tecnología GPRS, lo que supone un amplio margen de expansión en cuanto al alcance y a la escala de las aplicaciones. Gracias a ello se ha podido crear una serie de «canales» de vídeo para efectuar descargas, lo que ha enriquecido las experiencias de los clientes en lo que concierne a la utilización de sus teléfonos móviles.

## 5 Itinerancia EDGE

CSL pasó a aplicar rápidamente la itinerancia de EDGE con AIS, y se encuentra mejorándola para que pase a EDGE. El ritmo al cual se aplicaron estas medidas, recurriendo a un proceso de itinerancia GPRS normal, es un ejemplo muy gráfico de lo fácil que es desplegar mundialmente nuevos servicios de datos con velocidades más elevadas. Tailandia es un importante lugar de destino para los clientes de CSL que se desplazan de manera itinerante con fines comerciales o recreativos. Hoy en día estos clientes pueden utilizar en el extranjero sus aplicaciones de datos favoritas.

## 6 Tecnología EDGE y los hechos comerciales

Desde que se lanzara en agosto EDGE, el crecimiento de la base de abonados ha superado las expectativas de CSL. El teléfono Nokia 6220, que es el primer terminal EDGE, es actualmente el teléfono portátil de mayor ventas en Hong Kong, debido en parte a que ofrece la novedad del vídeo en un teléfono portátil asequible y de cómoda utilización.

La utilización de datos por parte de los abonados se ha duplicado respecto al uso normal de los compradores de teléfonos portátiles MMS. Por esta razón, mientras que en el paquete de abono MMS los datos representan actualmente un 50%, en el paquete de abono al sistema EDGE el transporte de datos representa prácticamente un 100%. Esto significa, en efecto, que las personas que están adquiriendo este plan de telefonía portátil lo utilizan en la práctica para obtener servicios de datos, lo que indica, a su vez, que se ha dado un paso definitivo en lo que respecta a la adopción de los servicios de datos por parte de estos clientes, aunque no se pueda hablar aún de un fenómeno de pronta adopción y rápido seguimiento.

La topología de la red EDGE ha constituido para CSL una modalidad rentable para ofrecer servicios semejantes a los de tercera generación y satisfacer así una demanda inmediata. El sistema EDGE está abriendo paso a un despliegue pleno y armonizado de servicios 3G y permitirá a CSL prestarlos con una óptima calidad, flexibilidad y cobertura, así como al precio más bajo posible.

## HUNGRÍA – Aplicación de la tecnología IMT-2000 (EDGE) en Hungría

*Fuente:* Pannon GSM

### 1 Antecedentes

Pannon GSM Telecommunication Ltd. lanzó en marzo de 1994 su frecuencia de 900 MHz y en 1999 ganó la licitación que condujo a la empresa a hacerse con la frecuencia de 1 800 MHz en Hungría. En noviembre de 2000 Pannon GSM desplegó su red 1 800 MHz en Budapest, red que fue construida a una velocidad sin precedentes. Pannon GSM comenzó a explotar dicha banda en todo el país durante 2001. En mayo de 2003 Pannon realizó la primera llamada de prueba EDGE (IMT-2000) en Europa y desde octubre de 2003 el servicio se ha probado en varias zonas de Budapest. Con más de 2 785 millones de abonados en su red GSM900/1800, Pannon GSM capta el 36% del mercado móvil húngaro.

Desde que lanzara por vez primera (26 de marzo de 1994) sus servicios móviles, Pannon GSM ha seguido un proceso de desarrollo continuo. De este modo llegó a garantizar la cobertura de carreteras, municipios y la zona de Balaton, tras lo cual empezó a instalar autopistas digitales nacionales. Como resultado de sus esfuerzos de ampliación detallada de su nueva red, así como para expandir la capacidad de la red existente, a fines de 1995 el 75% de la población tenía acceso a los servicios digitales proporcionados por Pannon GSM. Al término de 1996, dicha proporción llegó a un 99%. Basándose en sus capacidades vocales y de datos, Pannon GSM introdujo servicios WAP en 2000 y en 2001 fue la primera empresa que lanzó tecnología GPRS en el país. Por otra parte, Pannon GSM ofrece servicios WLAN en el Aeropuerto Ferihegy, con una conexión de gran velocidad a una red informática local y, por ello, a la Internet. Asimismo, WLAN constituye una modalidad de acceso muy rápida a los datos almacenados en la red y en la World Wide Web.

En espera de que el Gobierno se pronuncie acerca de las licencias de tercera generación en el país, Pannon GSM prosigue su trayecto de evolución hacia los sistemas 3G, probando tecnología EDGE en varios puntos de Budapest.

## 2 Servicios EDGE

EDGE constituye una mejora significativa con respecto a GPRS, ya que ofrece servicios tradicionales GPRS a una velocidad de datos más elevada y garantiza una mejor calidad de servicio. Los sistemas EDGE son capaces de transferir datos más rápidamente que las líneas fijas y hacen prever que las aplicaciones no vocales gozarán de gran popularidad. Asimismo, se dispondrá de aplicaciones móviles de banda ancha tales como el acceso móvil a Internet, MMS, transmisiones continuas de televisión y vídeo, juegos interactivos y el teleacceso a redes desde puestos de trabajo. Hoy en día los usuarios húngaros demandan la prestación de servicios no vocales con velocidades más elevadas de datos y con el tiempo exigirán la completa movilidad en el campo de las telecomunicaciones. La tecnología EDGE permitirá que Pannon GSM atienda más adecuadamente a estas necesidades de los usuarios.

## 3 Costos de la evolución

La tecnología EDGE utiliza la infraestructura GSM/GPRS ya instalada, lo que hará posible que Pannon GSM implemente sistemas EDGE sólo a un costo incremental. Los terminales capaces de EDGE seguirán trabajando con redes capaces de GSM y GPRS así como con redes WCDMA. Esta compatibilidad de la familia de tecnologías GSM, entre las cuales figuran GSM/GPRS/EDGE/WCDMA garantiza que Pannon pueda obtener economías de escala cuando aplique su sistema EDGE.

## 4 Despliegue de EDGE

Pannon GSM se encuentra probando el sistema EDGE antes de desplegarlo comercialmente. Las pruebas empezaron el 20 de octubre de 2003 y un grupo prefijado de usuarios en Budapest está probando esta nueva tecnología. Hasta la fecha las pruebas efectuadas han arrojado resultados satisfactorios. Las pruebas que se realizan actualmente en el centro comercial más importante de Budapest han revelado un apreciable incremento de las velocidades de datos para los usuarios finales y una capacidad mejorada de utilización de los servicios móviles. Al mejorar los elementos de red GSM ya instalados para incluir capacidad EDGE, Pannon enriquecerá en gran medida la experiencia de los usuarios en materia de servicios móviles, sin por ello dejar de aprovechar las inversiones realizadas en la red que ya explotaba. EDGE hará posible que Pannon GSM proporcione a sus operadores húngaros servicios de tipo 3G de manera inmediata y rentable.

## JAPÓN – Aplicación de la tecnología IMT-2000 (FOMA) en Japón

*Fuente:* NTT DoCoMo

### 1 Introducción

La empresa de telecomunicaciones móviles japonés NTT DoCoMo proporciona telecomunicaciones vocales y de datos inalámbricas a más de 47 millones de clientes. La compañía ofrece una gran variedad de servicios multimedios móviles de extraordinaria calidad. Entre éstos, cabe citar el modo-i®, que es un muy popular servicio móvil de Internet, el cual ofrece correo electrónico y acceso a la Internet a más de 40 millones de abonados, y FOMA®, que se lanzó en 2001 y fue el primer servicio móvil 3G basado en WCDMA. Nuestras actividades obedecen al compromiso de dar a nuestros clientes un servicio fuera de serie y muy eficiente habida cuenta de su precio, y estimamos que los concentrados esfuerzos de investigación y desarrollo en curso nos pueden ayudar a seguir reinventando el concepto de las telecomunicaciones móviles. Aparte de las empresas subsidiarias detentadas íntegramente por NTT DoCoMo en Europa y América del Norte y del Sur, la compañía se está expandiendo gracias a una serie de alianzas estratégicas de alcance mundial, concertadas con proveedores de servicios móviles y multimedios de Asia-Pacífico, Europa y América del Norte y del Sur.

## 2 Lanzamiento de FOMA

En octubre de 2001, NTT DoCoMo lanzó su primer servicio de telecomunicaciones móviles de tercera generación plenamente comercial con el nombre de «FOMA», que es el acrónimo de la expresión inglesa «Freedom of Mobile multimedia Access» (libertad de acceso móvil multimedios). Por utilizar la tecnología WCDMA, una de las normas mundiales 3G IMT-2000, FOMA permite una gran capacidad, ofrece transmisiones de datos a gran velocidad y brinda la posibilidad de recurrir a una nueva gama de servicios entre los que figuran videoteléfono y correo con vídeo. Desde el lanzamiento de FOMA, NTT DoCoMo ha seguido ampliando rápidamente su cobertura de red y ha puesto a la venta nuevos teléfonos portátiles equipados con esta funcionalidad avanzada. Esto hizo que el número total de abonados en Japón al servicio 3G FOMA superase los 1,6 millones en noviembre de 2003, y ello sólo aproximadamente dos años después de que se iniciara el servicio.

## 3 Servicios FOMA

FOMA ha convertido en realidad el videomóvil y las transmisiones de datos a gran velocidad. Desde que este sistema fuera plenamente comercializado en octubre de 2001, se han puesto a la venta nuevos aparatos telefónicos con características cada vez más avanzadas para satisfacer las necesidades de un número cada vez mayor de abonados. Dado que la evolución de FOMA está lejos de haber terminado, NTT DoCoMo se ha comprometido a redoblar sus esfuerzos para crear un entorno de telecomunicaciones móviles más rico, en el cual los usuarios puedan acceder prácticamente a cualquier información que necesiten sin limitaciones de tiempo ni espacio.

### 3.1 Modo-i

El servicio en modo-i es incluso más avanzado que los que beneficiaron de las mejoras funcionales que permitió «appli-i», gracias a la utilización de las tecnologías FOMA 3G. La transmisión en paquetes FOMA a velocidades que pueden llegar a 384 Kbps hacen posible prestar el servicio en modo-i de manera mucho más rápida y tratar mayores volúmenes de datos (por ejemplo mensajes de correo electrónico de hasta 10 000 caracteres), así como adjuntar ficheros de melodías y fotos. Los modelos de teléfonos más recientes cuentan con una capacidad de datos mejorada, lo que acrecienta el tamaño de los contenidos «appli-i», llevándolos así hasta 200 Kb. Desde sus inicios el servicio en modo-i les ha resultado interesante y fácil de utilizar a sus usuarios, mientras que las nuevas capacidades FOMA materializan posibilidades antes desconocidas.

### 3.2 Comunicaciones visuales/videotelefonía

La introducción de la capacidad videotelefónica en el servicio FOMA ha hecho infinitamente más expresivas las telecomunicaciones móviles. Este servicio, gracias al cual los abonados pueden hablar unos con otros cara a cara, es sumamente útil no sólo tratándose de las comunicaciones personales sino también de las empresariales, ya que los usuarios de las empresas pueden dar a sus clientes una visión inicial de sus productos y mantenerse en estrecho contacto con sus oficinas y el terreno. Por otra parte, permite a cualquier usuario hacer una llamada con vídeo mediante un teléfono móvil.

### 3.3 Telecomunicaciones de datos a gran velocidad

- La transmisión de paquetes a gran velocidad (hasta 384 Kbps<sup>20</sup>) permite a los usuarios acceder más rápidamente al correo electrónico y los sitios web.
- La transmisión de datos con conmutación de circuitos a 64 Kbps, es una solución ideal para enviar grandes cantidades de datos, por ejemplo imágenes vídeo, en tiempo real.

---

<sup>20</sup> La transmisión de los datos en enlace ascendente se realiza a velocidades de hasta 64 Kbps. Esta prestación, sin embargo, se proporciona siguiendo el principio del mejor esfuerzo y la velocidad real de transmisión varía, dependiendo de las condiciones de propagación y el tráfico de la red.

### 3.4 Multiacceso

Gracias a la capacidad multiacceso de la tecnología FOMA los abonados pueden participar simultáneamente en múltiples modos de telecomunicación. Por ejemplo, en un contexto empresarial, esta capacidad permite a los vendedores hablar con los clientes y acceder al mismo tiempo a la base de datos de su empresa. Desde el punto de vista de la utilización personal, este servicio resulta interesante para conversar con los amigos mientras uno busca restaurantes en i-modo. Los últimos modelos de teléfono portátil hacen posible incluso que los abonados tomen fotos y las envíen como anexos de sus correos electrónicos mientras hablan por teléfono.

### 3.5 Animación-i

El servicio de animación-i permite que los abonados descarguen contenidos muy interesantes que combinan datos audio y vídeo. El servicio se ofrece en tres formatos: vídeo con sonido, tramas de imágenes fijas con sonido, y ficheros exclusivamente sonoros. El número de sitios de contenidos compatibles ha aumentado, lo que hace posible ofrecer a los abonados una mayor variedad de servicios de información, por ejemplo visión de películas antes de su estreno, vídeos musicales de promoción, noticias y momentos deportivos destacados.

El servicio de videomensajería «correo animado-i», hace posible que los abonados envíen, adjuntándolos a sus correos electrónicos, los vídeos registrados por las cámaras de sus teléfonos o descargados de un sitio web. El tamaño máximo de los ficheros se ha ampliado enormemente, ya que ha pasado de 100 Kb a 300 Kb, y en la actualidad los usuarios están en condiciones de reproducir vídeos de una duración de hasta 30 segundos y con un contenido más expresivo e imágenes de mayor definición.

## 4 Perspectivas de crecimiento

Aunque en todo el mundo se han previsto ya las capacidades de telecomunicación 3G del futuro, no podrán materializarse hasta que no se cuente con la tecnología WCDMA. Con el lanzamiento de sus servicios 3G basados en el WCDMA, NTT DoCoMo se adelantó a todos sus competidores y sigue avanzando en este sentido, mejorando sus operaciones para lograr una mayor eficiencia comercial, mejorar la funcionalidad de sus avanzados teléfonos móviles, complementar su línea de productos con nuevas ofertas avanzadas y ampliar agresivamente la zona de servicio atendida por FOMA. Por contar con muchas funciones de alto valor añadido que son superiores a las que correspondían al servicio PDC de segunda generación, el sistema FOMA ha permitido atender de manera fiable a las necesidades más urgentes de las empresas y se está convirtiendo en una de nuestras principales ofertas de servicios móviles de telecomunicación.

Aparte de introducir nuevas funciones especializadas y ampliar en mayor medida la zona de servicio de FOMA, NTT DoCoMo tiene pensado, entre otras cosas, reducir el peso de sus teléfonos portátiles, para que pase a menos de 100 gramos y ampliar la vida útil de sus baterías hasta más de 300 horas. Para acelerar el despegue del servicio FOMA en Japón, NTT DoCoMo se ha propuesto ampliar la cobertura demográfica en todo el país, con el fin de situarla en un 99% a fines de marzo de 2004. Por otra parte, se expandirá también la cobertura en interiores para que los clientes puedan utilizar FOMA en edificios y centros comerciales subterráneos.

## 5 Servicios 3G mundiales

Gracias al intercambio técnico y a los estudios realizados conjuntamente con importantes operadores extranjeros, NTT DoCoMo está intensificando sus esfuerzos para facilitar una pronta implementación en todo el mundo de los servicios de telecomunicaciones móviles 3G. Basándose en sus extensas capacidades técnicas de investigación y desarrollo, sus conocimientos especializados en cuanto a la tecnología WCDMA, que es una de las normas mundiales 3G en cuya normalización esta empresa desempeñó un importante papel, y su experiencia y los conocimientos técnicos que ha adquirido como pionera mundial en el campo de los servicios comerciales 3G, NTT DoCoMo desea ampliar aún más la utilización de los servicios de telecomunicaciones móviles 3G en todo el mundo.

## JAPÓN – Despliegue de los sistemas CDMA2000 1X y lanzamiento de los servicios multimedia conexos en el país<sup>21</sup>

Fuente: KDDI (Japón)

### 1 Características del mercado inalámbrico de Japón

El número total de abonados inalámbricos en Japón era de 77 795 800 a fines de julio de 2003 y el número de abonados móviles a Internet en el país pasó de 12 720 000 (a fines de junio de 2000) a 65 174 100 (a fines de julio de 2003), lo que supuso un incremento de 512% en sólo 37 meses. KDDI atribuye este extraordinario crecimiento al lanzamiento de su servicio comercial CDMA2000 1X, conocido con el nombre de «au».

### 2 Lanzamiento de CDMA2000 1x por au

En julio de 1998, au lanzó su sistema cdmaOne de segunda generación en todo Japón, lo que permitió ofrecer nuevos servicios vocales de gran calidad a sus clientes TACS y PDC, sin por ello dejar de explotar sus demás redes. En abril de 1999, au empezó a ofrecer su servicio «Ezweb», lo que hizo posible ofrecer a los usuarios de dispositivos móviles aplicaciones basadas en la web. En abril de 2000 au comenzó a suministrar itinerancia internacional junto con otros operadores cdmaOne, y en julio de 2000 lanzó el servicio de paquetes IS-95B, que es una mejora con respecto a cdmaOne, y proporciona velocidades de datos de 64 kbps.

Hacia noviembre de 2001, esto es, sólo tres años después de haber desplegado su red cdmaOne, au captó un total de 10 millones de abonados. Por esas fechas, au dio por concluidas sus actividades TACS y decidió hacer lo propio con sus actividades PDC a fines de marzo de 2003.

En abril de 2002 au mejoró su sistema cdmaOne para que pasase a CDMA2000 1X, medida gracias a la cual pudo dar cobertura desde un principio al 54% de la población japonesa y amplió esa cobertura para llegar a un 90% en diciembre de 2002. Menos de 16 meses después de su primer lanzamiento comercial 9 millones de abonados CDMA2000 1X se habían conectado a la red de au.

### 3 El secreto del éxito de au en cuanto al lanzamiento de CDMA2000 1x

Debido a la compatibilidad hacia atrás de CDMA2000 1X con cdmaOne, compatibilidad que hace posible que los terminales cdmaOne funcionen en sistemas CDMA2000 y viceversa, la cobertura de servicio del sistema CDMA2000 1X fue desde el día de su lanzamiento prácticamente equivalente a la cobertura de servicio de su sistema cdmaOne. Asimismo, el trayecto directo de mejoramiento de cdmaOne permitió efectuar un rápido y barato despliegue de CDMA2000 1X. Además, la tecnología madura heredada de cdmaOne llevó a desplegar teléfonos móviles CDMA2000 del mismo tamaño o más reducidos que los teléfonos móviles cdmaOne y con baterías de igual duración y estabilidad operacional, todo ello con un mínimo incremento de costos.

Para adoptar su decisión sobre la forma de desplegar su red CDMA2000 1X, au consideró dos opciones distintas:

- 1) un enfoque de mejoramiento; o
- 2) un enfoque de superposición.

Con arreglo al primero de estos métodos, los operadores cdmaOne mejoran de una sola vez, para que pase a CDMA2000 1X, todo su equipo de infraestructura y soporte lógico. Este enfoque tiene la ventaja de requerir menos gastos de capital durante el trayecto de perfeccionamiento que lleva a CDMA2000, pero da lugar a interrupciones en el servicio cuando se modifica el soporte lógico de cdmaOne.

---

<sup>21</sup> Hay más información detallada disponible en la dirección web del UIT-D IMT-2000 ([www.itu.int/ITU-D/IMT-2000/documents/Case%20studies%20ITU-D%20Meetings/KDDI\\_Japan\\_Annex.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/IMT-2000/documents/Case%20studies%20ITU-D%20Meetings/KDDI_Japan_Annex.pdf)).

Con arreglo al enfoque de superposición, un operador cdmaOne despliega una red CDMA2000 sobre su red cdmaOne, hace migrar a sus clientes a la nueva red y procede a continuación a perfeccionar el equipo de su red cdmaOne. Este método tiene la ventaja de que no requiere una modificación inicial de la red cdmaOne, lo que permite seguir prestando servicios sin interrupción. No obstante, esto requiere un mayor gasto de capital.

Tras sopesar estas opciones, KDDI adoptó el enfoque de «mejora» para desplegar su red CDMA2000 1X.

#### **4 au ofrece servicios móviles multimedios**

Una vez establecidos en el mercado sus sistemas CDMA2000 1X, au empezó a ofrecer a sus clientes varios servicios multimedios, entre otros:

- Ezweb – Plataforma de navegación y acceso a Internet basada en WAP2.0.
- Ezweb@mail – Plataforma de correo electrónica basada en IMAP4.
- Ezplus – Servicios de aplicación Java™, con apoyo de función de agente móvil que utiliza HTTP y actualización automática de las aplicaciones a partir de los servidores.
- Eznavigation – Servicio de terminación precisa de la posición mediante gpsOne.
- Ezmovie – Distribución de vídeo en todo el país, utilizando normas industriales tales como MPEG-4 para la codificación de vídeo y MP4 para el formato de los ficheros de vídeo.
- Correo con fotografías (lo que incluye eznavigation con correo con fotografías, para almacenar información sobre posición junto con fotos, para que los viajeros conserven una evidencia plástica de los lugares visitados y da a éstos la posibilidad de proporcionar fácilmente recomendaciones sobre lugares, aparte de ofrecer una serie de aplicaciones empresariales).

#### **5 Objetivos y metas de la migración 3G: el próximo paso de au**

La expansión de sus exitosos servicios de CDMA2000 1X ha llevado a au a determinar los factores que están impulsando la demanda de sus clientes. Basándose en la experiencia que adquirió con los servicios IMT-2000 au ha descubierto lógicamente que los clientes desean un gran volumen de contenido a bajo precio. Un obstáculo para proporcionar aplicaciones avanzadas de rico contenido es el costo por bit de los datos, lo que hace necesario, en consecuencia, contar con una infraestructura barata para las transacciones de datos. Reducir el costo por bit es esencial para proporcionar servicios y aplicaciones ricos en contenido.

Con el fin de reducir aún más el costo por bit y ofrecer a sus clientes aplicaciones más ricas en contenido, au empezó a prestar servicios CDMA2000 1x EV-DO en noviembre de 2003. CDMA2000 1x EV-DO se ha ajustado concretamente para la telecomunicación asimétrica en paquetes con alta velocidad de datos y movilidad. Esta tecnología utiliza la misma anchura de portadora que cdmaONE y CDMA2000 1X (1,25 MHz) y tiene características RF similares y balances de enlace análogos, lo que permite coubicar portadoras CDMA2000 1x EV-DO y estaciones de base semejantes a las que corresponden a las redes CDMA2000 1X. El caudal de sector del enlace hacia adelante (estación de base a móvil) de un sistema CDMA2000 1x EV-DO es en promedio de 600 kbps o mayor, con una velocidad punta de 2,4 Mbps y una calidad de funcionamiento mucho mayor (bps/Hz) que CDMA2000 1X o WCDMA.

## FEDERACIÓN DE RUSIA – Evolución y migración a las IMT-2000 de las redes móviles analógicas NMT450 de primera generación

*Fuente:* Federación de Rusia

### 1 Antecedentes de la evolución y migración NMT450

El sistema de telefonía móvil nórdico NMT<sup>22</sup> es una norma para las redes celulares móviles analógicas de primera generación que empezó a aplicarse por primera vez en 1981 en Escandinavia en la banda 450 MHz y posteriormente en la banda 900 MHz, tras lo cual se implementó en otros doce países de Europa Oriental y la CEI, incluida la Federación de Rusia, en la banda de frecuencias de 450 MHz. NMT450<sup>23</sup> fue la primera norma celular federal desplegada por Rusia (1991). El número de usuarios de NMT450 llegó a un millón en el país, pero se encuentra reduciéndose en la actualidad.

En 1998 la Plenaria de los firmantes del Memorándum de Entendimiento NMT identificó la necesidad de contar con tecnología digital para permitir la migración en el futuro de las redes NMT. Tras examinar tres opciones tecnológicas de digitalización de los sistemas NMT, en 1999 se seleccionaron dos tecnologías para hacer evolucionar las redes NMT450, a saber: GSM400 y CDMA450. Tras el despliegue de dos redes experimentales GSM400, los fabricantes que habían apoyado este trayecto de evolución renunciaron a él. Las pruebas que realizaron en relación con el sistema CDMA450 (también conocido como IMT-MC-450 o Clase de Banda 5 de multiportadora<sup>24</sup> CDMA IMT-2000) entre octubre de 2000 y diciembre de 2002 varios operadores NMT en Rusia, Hungría, Rumania, Suecia, Georgia y Belarús, garantizó el éxito de sus lanzamientos comerciales en Rumania, Belarús y, ulteriormente, en Rusia.

### 2 Examen y prueba de redes IMT-MC-450

Para responder a las peticiones cursadas por los principales operadores IMT450, la Administración de Rusia realizó un estudio sobre la utilización eficaz de la banda de frecuencias 450 MHz por las tecnologías digitales para permitir una migración continua de las redes NMT450. En el estudio se examinaban las opciones y repercusiones de la evolución de las redes NMT y se analizaban la compatibilidad electromagnética y la compartición en el contexto de la tecnología CDMA. El estudio, que se efectuó en institutos rusos de investigación científica muy reputados, demostró que tecnología IMT-MC-450 es una solución eficaz para hacer evolucionar en el país las redes NMT450.

Para traducir a la práctica los resultados de este estudio teórico, Moscow Cellular Communications (diciembre de 2001) y ulteriormente DeltaTelecom de San Petesburgo desplegaron redes experimentales. La idea era probar la cobertura y capacidad del sistema, las capacidades de datos en paquetes de gran velocidad, la compatibilidad electromagnética/compartición con la red NMT450 y otros usuarios de la banda y de bandas adyacentes, y la capacidad de itinerancia.

Los operadores precitados informaron sobre los siguientes resultados:

- radio celular de hasta 50 km;
- demostración de las capacidades indicadas;
- consecución en un entorno urbano y en movimiento de una velocidad de transferencia de datos en paquete media de 100 kbps (hacia abajo y hacia arriba);
- excelente calidad vocal;

---

<sup>22</sup> Para una descripción general de la norma NMT, véase el Informe UIT-R M.742-4 y para mayor información sobre los operadores NMT450 consúltese el sitio web NMTA: <http://www.nmtworld.org>.

<sup>23</sup> Prácticamente todas las redes NMT450 operan en la banda de frecuencias 450-470 MHz.

<sup>24</sup> Véase la Recomendación UIT-R M.1457-3.

- posibilidades de itinerancia;
- en cuanto a la compatibilidad electromagnética, dos redes, una analógica y otra digital, pueden coexistir en la banda si se utilizan las bandas de guarda en ambos lados de la portadora CDMA.

Basándose en los resultados de los estudios y de las pruebas realizadas con redes experimentales, el Ministerio de Telecomunicaciones e Informática de la Federación de Rusia determinó que la tecnología IMT-MC-450 era el trayecto de evolución de las redes NMT450 utilizadas en Rusia. La norma IMT-MC-450 fue adoptada como norma federal en la Federación de Rusia.

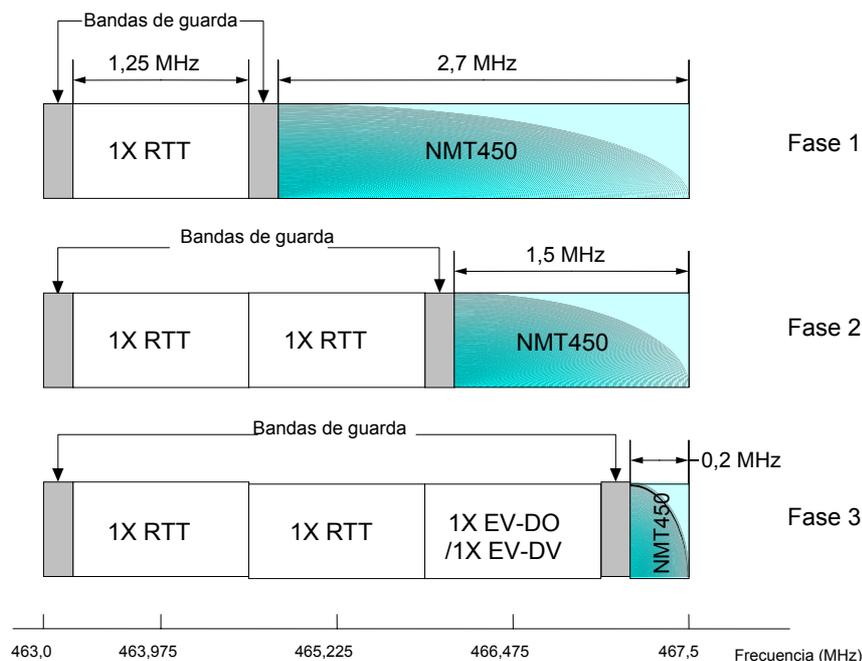
### 3 Despliegues comerciales de redes IMT-MC-450

Basándose en las pruebas y la decisión de la administración antes mencionadas, DeltaTelecom desplegó a plena escala una red comercial IMT-MC-450 en San Petesburgo, región de Leningradskaya Oblast, y otras tantas en regiones del noroeste de Rusia con la marca comercial «SkyLink». Moscow Cellular Communications (MCC) se encuentra desplegando una red IMT-MC-450 en Moscú y la región de Moscú para proporcionar servicios con el nombre «SkyLink» a partir de este otoño. Hay otros operadores NMT450 en Rusia que se encuentran desplegando redes IMT-MC-450 en otras partes del país.

#### 3.1 Fases del despliegue de una red IMT-MC-450

De los estudios efectuados se desprende que una migración continua a la tecnología digital en la banda de 450 MHz puede realizarse en varias etapas, como puede verse en la Figura I.1. En la mayoría de los casos, los operadores NMT450 disponen de una anchura de banda limitada ( $2 \times 4,5$  MHz en promedio), lo que les permite utilizar tres portadoras IMT-MC-450 (cada una de 1,25 MHz). En distintos momentos y diferentes partes de la red se puede plantear la necesidad de pasar de una fase a otra. Por otra parte, la demanda de tráfico puede variar en gran medida en todo el territorio cubierto. Habrá que efectuar un análisis detallado y una planificación cuidadosa para lograr gran eficiencia y calidad.

**Figura I.1 – Utilización del espectro (banda BS Tx) en una evolución de la red en 3 etapas**



1) *Primera fase: despliegue inicial*

En un principio se introduce una sola portadora IMT-MC 1x RTT, lo que requiere que el operador NMT450 libere  $2 \times 1,79$  MHz del espectro utilizado por el sistema analógico NMT ( $2 \times 1,25$  MHz para la portadora 1x RTT y  $2 \times 2 \times 0,27$  MHz en el caso de las bandas de guarda entre las portadoras IMT-MC y las analógicas de banda estrecha). Actualmente, la red analógica NMT sigue siendo operacional y proporcionando servicio a los clientes simultáneamente con el nuevo sistema IMT-MC.

2) *Segunda fase: crecimiento de la red*

Si se registra crecimiento en el tráfico vocal y de datos en ciertas partes de la red, cabe la posibilidad de introducir una segunda portadora IMT-MC 1x RTT, lo cual requiere que el operador libere  $2 \times 1,25$  MHz del espectro que utiliza el sistema analógico NMT. No se requieren bandas de guarda entre las portadoras IMT-MC. Dependiendo de la demanda de tráfico, cabe la posibilidad de utilizar una portadora IMT-MC, sobre todo para las transmisiones vocales y podría recurrirse a una segunda portadora para la voz y los datos. Durante esta etapa, se seguirá atendiendo a los abonados analógicos NMT, pero con una calidad de servicio limitada, debido a la restringida anchura de banda que suponen los 1,5 MHz.

3) *Tercera fase: gran demanda de servicios de datos*

Cuando el tráfico de datos en la red aumente sustancialmente y a los usuarios finales les resulte conveniente disponer de velocidades binarias más elevadas, podrá introducirse una portadora optimizada de datos - (1xEV-DO), así como 1xEV-DV<sup>25</sup>.

### 3.2 Servicios comerciales IMT-MC-450

Cuando SkyLink empezó sus actividades comerciales IMT-MC-450, el mercado de telecomunicaciones radiocelulares de San Petersburgo se encontraba bastante desarrollado y había una penetración de prácticamente el 37% y tres operadores que suministraban el servicio en condiciones de competencia: Megafon y MTS (GSM), así como Fora (red analógica).

Los objetivos de SkyLink para su despliegue IMT-MC-450 son los siguientes: 1) obtener la cobertura que correspondía a su red analógica NMT y seguir suministrando servicios vocales de gran calidad, y 2) proporcionar una serie de nuevos servicios de datos para competir con los servicios GPRS ofrecidos por sus competidores.

1) *Cobertura*

SkyLink empezó a ofrecer comercialmente sus servicios IMT-2000 a través de su red IMT-MC-450 en diciembre de 2002. En un principio, el despliegue de la red se limitó a San Petersburgo y a los suburbios más próximos de esta ciudad. Para cubrir la zona geográfica de su sistema analógico NMT, SkyLink desplegó estaciones de base IMT-MC-450, que vinieron a añadirse a 60 de los 67 sitios analógicos NMT ya existentes. Se demostró que la calidad de cobertura de la red IMT-MC-450 es mucho mejor que la del sistema analógico NMT.

2) *Servicios*

Aparte de proporcionar servicios vocales de gran calidad, SkyLink se encuentra ofreciendo a través de su red IMT-MC-450 los siguientes servicios de datos avanzados:

- acceso a gran velocidad a Internet (con velocidades de datos de hasta 153 Kbps), utilizando computadoras ligeras (notebooks) y asistentes digitales personales (PDA);
- acceso a portales web especializados, utilizando terminales móviles o PDA<sup>26</sup>;

<sup>25</sup> Suponiendo  $2 \times 4,5$  MHz de espectro, no será posible proseguir la explotación de la red analógica NMT en zonas donde se utilicen las tres portadoras IMT-MC 450.

<sup>26</sup> La red SkyLink se está desarrollando y se modifica constantemente el portal web de SkyMobile en el que se recoge la información operativamente actualizada más importante sobre cuentas de usuarios, vendedores, departamentos de tesorería, noticias, tipos de cambio, formación meteorológica, teléfonos de ayuda, etc.

- recepción y transmisión de correo electrónico con protocolos SMTP/POP3, utilizando móviles o computadores;
- juegos móviles y aplicaciones especializadas como «Búsqueda de objetos», con la opción de poder visualizar un mapa urbano con los objetos localizados en una pantalla de PDA.

Cuando empezó a suministrar estos servicios, SkyLink decidió ofrecer tres diferentes planes de precios (véase el Cuadro I.2).

**Cuadro I.2 – Planes de precios**

Planes de precios (Tarifas)	Número de abonados	Minutos vocales incluidos	MBytes de datos incluidos	Cánones mensuales
1	7 cifras (zona de numeración local StP)	Sin límite	75	72 USD
2	7 cifras (zona de numeración local StP)	Sin límite	30	60 USD
3	10 cifras: (8-901+7 cifras)	Sin límite	30	50 USD

No se limitó la duración de las conversaciones vocales y el costo de las transmisiones de datos más allá del límite fijado es de 0,3 USD por MByte.

### 3) *Expansión de la red y de la oferta de servicios*

Una vez concluido el despliegue inicial en la región de San Petersburgo, SkyLink empezó a expandir su red y servicios IMT-MC-450 a la región de Leningrado. La penetración del servicio inalámbrico en San Petersburgo y en la región mencionada ha aumentado en un 45% y hay cuatro operadores GSM (Megafon, MTS, BeeLine y Tele2) que suministran una paleta de servicios, utilizando GPRS, incluido MMS.

En estas condiciones, SkyLink decidió centrarse en desplegar su red IMT-MC-450 y prestar los correspondientes servicios en la región de Leningrado, donde vive la mayoría de la población (más del 50%), así como a ofrecer una amplia variedad de servicios vocales y de datos de mayor calidad.

Los nuevos planes de precios incluyen: la tarifa de administrador de empresa (30 USD al mes y 300 minutos de conversación con números de la red telefónica pública (RPT), así como un número limitado de minutos a números de teléfonos móviles); y la tarifa destinada (exclusivamente a abonados analógicos NMT que migran a la red IMT-MC-450).

La lista ampliada de servicios de datos que incluye acceso protegido a Internet (basado en VPN), y un número mucho mayor de servicios a través del portal web, presupone la preparación para introducir plataformas especiales para el acceso en línea a aplicaciones inalámbricas que utilizan BREW (tiempo de ejecución binario para aplicaciones inalámbricas).

### 3.3 Lecciones extraídas de las actividades comerciales IMT-MC-450

Basándose en la experiencia adquirida en el despliegue de una red comercial IMT-MC-450, SkyLink desea formular las siguientes observaciones:

- 1) La capacidad del caudal de la red IMT-MC-450 responde a las declaraciones formuladas por los fabricantes del equipo.
- 2) La compatibilidad electromagnética entre los sistemas analógicos NMT y los sistemas IMT-MC-450 se logró al implementar bandas de guarda entre las portadoras analógicas y digitales.
- 3) No se registró ningún problema grave de compatibilidad electromagnética entre el sistema IMT-MC-450 y otros sistemas inalámbricos que funcionaban en bandas de frecuencias adyacentes.
- 4) La estrategia de comercialización adoptada, que incluía planes tarifarios, quedó justificada.
  - En efecto, pese a un canon inicial elevado (superior a 400 USD), los servicios ofrecidos han registrado una demanda continua;
  - más de la mitad de abonados utilizan servicios de datos;
  - el volumen medio mensual del tráfico de datos asciende a unos 10 Mbytes por abonado;
  - más del 5% de los abonados generan volúmenes mensuales de tráfico de datos muy superiores a la cantidad incluida en el correspondiente plan de precios (30 MBytes al mes para los planes de precios 1 y 2, (véase el Cuadro I.2));
  - el ingreso medio por abonado de la red IMT-MC-450 es ocho veces mayor que el correspondiente a la red analógica NMT450;
  - se ha registrado un crecimiento estable de la base de abonado a la red IMT-MC-450.
- 5) La reducción adicional de la base de abonados analógicos NMT que se registrará en 2004, permitirá pasar a desplegar una segunda portadora IMT-MC-450, lo que multiplicará por dos la capacidad de la red.

## 4 Conclusiones

El trayecto de evolución de las redes móviles analógicas NMT450 de primera generación a las IMT-2000 se ha analizado en Rusia en estudios y pruebas de redes y ha sido objeto de exitosos lanzamientos comerciales en Rusia y otros países de Europa Oriental.

La utilización de la tecnología IMT-MC en la banda de frecuencias de 450 MHz puede constituir una solución eficiente no sólo para los operadores NMT450 que desean hacer evolucionar sus redes, sino también para los nuevos operadores interesados en proporcionar servicios IMT-2000 a lo largo de un vasto territorio y con reducida inversión. Por otra parte, la experiencia lograda al desplegar la red IMT-MC-450 en San Petersburgo indica que el sistema permite a los operadores construir sistemas IMT-2000 en la gama de 450 MHz en zonas con gran densidad de tráfico.

Las experiencias de los operadores NMT de la Federación de Rusia demuestra que hay demanda para los servicios de datos inalámbricos y el acceso a Internet, debido sobre todo al hecho de que los abonados se habitúan a pagar no por la duración de una sesión, sino por el volumen de información. Asimismo, en ausencia de una infraestructura inalámbrica avanzada, la red IMT-MC-450 brinda la oportunidad extraordinaria de suministrar servicios de datos a gran velocidad (especialmente acceso a la Internet) a abonados de zonas urbanas y rurales.

En resumen, la Federación de Rusia prevé que la experiencia de sus operadores NMT450 en cuanto a la evolución de sus sistemas analógicos de primera generación a las IMT-2000, utilizando IMT-MC-450, revestirá interés para otros países y operadores que examinen opciones para desplegar las IMT-2000.

## **TAILANDIA – Despliegue de la tecnología IMT-2000 (EDGE) en Tailandia**

*Fuente:* Advanced Info Service Public Company Limited

### **1 Introducción**

La Advanced Info Service Public Company Limited (AIS) empezó a realizar actividades en el campo de la tecnología de la información como proveedor de servicios informáticos, y en la actualidad se ha establecido firmemente en el sector de las telecomunicaciones inalámbricas como proveedor de servicios telefónicos móviles analógicos de sistemas celulares 900 y de sistemas digitales GSM.

Aunque cuenta con más de 13 millones de abonados, AIS no se contenta con ser el principal proveedor de servicios telefónicos móviles de Tailandia, pues sigue integrando la tecnología avanzada más reciente y prestando a sus abonados no sólo telecomunicaciones vocales. A cambio de la confianza y apoyo de estos abonados, AIS se compromete a sobrepasar lo que éstos esperan en todos los sectores de la prestación de tecnología y servicio telefónico móviles.

### **2 EDGE**

En octubre de 2003 AIS comenzó a desplegar su tecnología EDGE en el distrito financiero de Bangkok y Chonburi y procederá a mejorar las comunicaciones con dicha tecnología en otras grandes ciudades a partir de diciembre o enero de 2004. AIS adoptó la decisión de desplegar EDGE para satisfacer la demanda de los consumidores, que esperan obtener servicios de datos inalámbricos a la velocidad de datos que corresponde a los servicios de datos en línea fija. Si bien la tecnología WLAN se utiliza hoy en día en lugares públicos de comunicación inalámbrica (hotspots) para garantizar que se llegue a las correspondientes velocidades de datos, pero se ha visto que existe demanda para estas velocidades en zonas más extensas.

AIS considera que la tecnología EDGE es esencial para responder a la demanda de los usuarios y mejorar la calidad de servicio (por ejemplo, con FTP/MMS/correo electrónico más rápido). EDGE proporcionará a los clientes de AIS servicios de datos móviles y multimedios, tales como vídeo en flujo continuo, navegación en Internet, correo electrónico y acceso a datos empresariales. Estas mejoras harán posible que sus clientes en Tailandia accedan a servicios multimedios a mayores velocidades, así como mejorar la calidad del servicio, introduciendo videomensajería, mensajería multimedios, juegos con Java, correo electrónico y navegación WAP.

### **3 Comercialización**

Actualmente, la comercialización de la tecnología EDGE coincide con la de los sistemas GPRS. AIS se ha centrado en comercializar servicios y aplicaciones, en lugar de las tecnologías que permiten prestar los servicios. Se indica a los clientes que pueden recibir mejor calidad de servicio cuando utilizan servicios y aplicaciones que consuman anchura de banda, si pasan a utilizar teléfonos capaces de EDGE. En el marco de promociones especiales se dará publicidad al conjunto EDGE/GPRS y al paquete WLAN. Esta promoción tiene por objeto aventajar a los usuarios que utilizan grandes volúmenes de datos y convencerlos acerca de la utilización de teléfonos capaces de EDGE.

### **4 Uso eficaz del espectro**

EDGE estimula el crecimiento del tráfico móvil de datos, multiplicando por tres el caudal correspondiente a los sistemas GPRS. El incremento de calidad y velocidad resultante se traduce en mayores ventajas para los usuarios privados y los clientes comerciales del servicio de datos. Se dará acceso de alta velocidad a los siguientes servicios: MMS, vídeo y audio en flujo continuo, acceso a Intranet/Internet y correo electrónico empresarial.

El propósito inicial del despliegue de EDGE en los principales centros de Tailandia obedecía al elevado tráfico de datos prevaleciente en dichos centros. AIS espera que los usuarios que consumen más datos adopten nuevas aplicaciones de consumo de banda ancha y tiene previsto que la velocidad proporcionada por los sistemas GPRS no pueda satisfacer la calidad de servicio que los consumidores exigen para estas aplicaciones.

Por este motivo, AIS estableció 4 trenes de transporte (TS) en lo que concierne a los canales de tráfico EDGE/GPRS. Se parte del supuesto que un usuario con un teléfono GPRS desearía descargar 120 kbyte de correo con vídeo. Provisto de un teléfono GPRS (1 Tx + 4 Rx), esto tomaría  $(120 \times 8)/(4 \times 10) = 24$  segundos, pero con un teléfono EDGE (1 Tx + 2 Rx) serían necesarios únicamente  $(120 \times 8)/(2 \times 30) = 16$  segundos. Además, quedarían 2 TS para otros usuarios EDGE/GPRS. De este modo, se mejora la calidad de servicio en cuanto a la utilización de datos. La calidad de servicio se lograría únicamente en la utilización vocal si todos los usuarios de datos pasaran a utilizar teléfonos EDGE y la descarga del mismo volumen de datos siguiera siendo la misma. En ese caso, podrían liberarse algunos trenes de transporte EDGE/GPRS TS para efectuar llamadas vocales.

## 5 Evolución/compatibilidad 3G

Se han concedido a los operadores de Tailandia licencias 3G para utilizar EDGE, pero AIS está en condiciones de proporcionar servicios similares a los de tercera generación a un costo relativamente bajo. Dado que la tecnología EDGE comparte con WCDMA la misma red de paquetes básica y que, por otra parte, es compatible hacia atrás con GPRS, EDGE permitiría a AIS proporcionar una migración sin interfaces y normalizada a los sistemas 3G.

## UGANDA – Las redes GSM procuran atención sanitaria a la Uganda rural

*Reimpreso con el permiso de Cellular News – 23 de septiembre de 2003*

Ayer se anunció el lanzamiento de una red inalámbrica de alcance nacional con el fin de mejorar las capacidades del país para tratar pacientes y combatir la propagación de las enfermedades. La red se ha construido basándose en la ya muy establecida red telefónica celular de Uganda, computadores portátiles baratos y servidores inalámbricos innovadores denominados «Jacks». Esta tecnología permite a los trabajadores de la atención de salud acceder a información esencial y compartirla en servicios distantes sin necesidad de pasar por la línea fija telefónica o de acceso regular al suministro eléctrico.

El anuncio fue hecho por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Desarrollo de Canadá (IDRC), WideRay, que es una empresa de tecnología inalámbrica con sede en San Francisco, y SATELLIFE, organización sin fines lucrativos que concentra sus actividades en mejorar la salud en los países en desarrollo.

Los servidores «Jack», que tienen el tamaño de un grueso manual y utilizan baterías industriales de larga duración –con una sola carga durante un año– se están instalando en instalaciones de atención de salud en toda Uganda. Los trabajadores de la salud pueden conectarse a la red utilizando el puerto infrarrojo de sus computadores portátiles para recuperar o comunicar información y acceder al correo electrónico.

Holly Ladd, Director Ejecutivo de SATELLIFE declaró que «se trata de un paso de gigante para llegar a una adecuada atención de salud en Uganda y salvar así miles de vidas y mejorar los resultados en esta esfera en favor de todos los ciudadanos de Uganda».

El proyecto proporcionará a los trabajadores sanitarios en el terreno herramientas antes no disponibles o que reemplazarán a las obsoletas. Por ejemplo, en la actualidad los usuarios pueden acceder a las Directrices más modernas para tratar la tuberculosis y el paludismo, así como informarse sobre los enfoques más eficaces y baratos para luchar contra el VIH/SIDA, que infecta a uno de cada 10 adultos en Uganda. Asimismo, pueden leer las más recientes revistas y manuales médicos de todo el mundo.

La tecnología mencionada debería mejorar también la administración de cuidados sanitarios, reduciendo el tiempo necesario para presentar, analizar y responder a los informes y peticiones de suministro.

Reconociendo el potencial de esta tecnología para Uganda, Connectivity Africa, que es una iniciativa del Gobierno de Canadá gestionada por el IDRC y financiada por el Fondo para África de Canadá, aportó 565 000 USD para desarrollar esta red de información.

Richard Fuchs, Director del Departamento de Programas de tecnologías de la información y la comunicación para el desarrollo (ICT4D) del IDRC indicó que «la convergencia de nuevas tecnologías portátiles y baratas, una cobertura inalámbrica amplia y fiable y la utilización innovadora de las mismas por parte de WideRay, han hecho una realidad aplicaciones que hubiera parecido imposible implementar en África». El Sr. Richard Fuchs añadió que «este proyecto es un ejemplo muy claro para el resto del mundo de lo que hace posible la tecnología inalámbrica».

## **VENEZUELA – Experiencia adquirida por Venezuela en cuanto al despliegue de una red CDMA 1xRTT por parte de un operador TDMA en la banda de 800 MHz (824-849 MHz/869 894 MHz)**

*Fuente:* Venezuela

### **1 Antecedentes**

En 2001 un operador móvil venezolano concluyó una serie de estudios sobre viabilidad y revisión de las consideraciones empresarial para desarrollar una nueva tecnología en la banda de 800 MHz con dos opciones: GSM y CDMA, así como sobre varios requisitos, por ejemplo: incremento sustancial de la capacidad de la red, mayor compatibilidad con la infraestructura existente, mejores capacidades para proporcionar servicios 3G y reducción sustancial de los futuros costos CAPEX y OPEX.

Al estudiar las dos opciones, el operador tuvo en cuenta seis aspectos principales:

- Disponibilidad de tecnologías en la banda de 800 MHz.
- Utilización eficaz de las frecuencias (capacidad para procesar tráfico).
- Compatibilidad con la infraestructura existente.
- Capacidad para ofrecer servicios 3G.
- Experiencias internacionales.
- Disponibilidad de terminales.

### **2 Estudio de las opciones**

#### **2.1 Disponibilidad de tecnologías en la banda de 800 MHz**

En 2001 sólo una tecnología digital, CDMA 1xRTT, podía brindar soluciones para atender a las necesidades consideradas por el operador. Algunos fabricantes anunciaron su intención de proporcionar una solución GSM para la banda de 800 MHz, pero hasta el momento no lo han hecho.

Por consiguiente, el operador debió optar por CDMA 1xRTT, sistema que ha resultado exitoso en otros países de las Américas, o por GSM, pese a que desconocía si esta solución se desarrollaría y sin previa experiencia al respecto. Aparte del problema planteado por la infraestructura, preocupaba en gran medida la conexión con la opción GSM para garantizar la disponibilidad de terminales de usuario, ya que no había ningún fabricante que ofreciera terminales GSM en la banda de 800 MHz.

## **2.2 Utilización eficaz de las frecuencias (capacidad para procesar el tráfico)**

Hasta la fecha la tecnología CDMA ha sido la más eficiente en lo que concierne al uso del espectro y, en consecuencia, a permitir una mayor capacidad de procesamiento del tráfico. Sin embargo, debemos señalar que debe resolverse aún un importante problema; nos referimos a la ingeniería de radiofrecuencias.

Debido al hecho de que la nueva red debía utilizar la banda de 800 MHz que se encuentra muy congestionada, resultó necesario revisar el Plan de Frecuencias para hacer posible la coexistencia de una nueva tecnología. Esto hizo necesario desplegar esfuerzos considerables para acomodar la nueva tecnología en parte de dicha banda sin afectar por ello la calidad del sistema TDMA existente.

## **2.3 Compatibilidad con la infraestructura existente**

Dado que GSM es una tecnología del tipo TDMA, algunos piensan que entre ambas tecnologías (GSM y TDMA) existe una mayor compatibilidad que entre TDMA y CDMA. Sin embargo, el hecho de que IS-136 y GSM sean dos formas de TDMA no significa que sean compatibles en lo que respecta a los terminales de usuario o a la red de operador, mientras que las redes TDMA y CDMA comparten el mismo protocolo de telecomunicaciones en la red básica (ANSI-41).

Dicha característica de compatibilidad permite que el operador comparta las mismas aplicaciones y sistemas TDMA en una nueva red CDMA 1X. Concretamente, esto quiere decir que compartir plataformas tan importantes como las HLR, correo vocal, SMS, WIN, prepago, etc., hace posible que los clientes migren de la plataforma TDMA a las CDMA, conservando al mismo tiempo sus números de teléfonos y perfiles de usuario.

## **2.4 Asesoramiento para proporcionar servicios 3G**

Se ha realizado un cuidadoso estudio de las opciones que tiene un operador TDMA para migrar hacia los sistemas 3G, estudio que demuestra que el trayecto GSM requiere más espectro (espectro UMTS), así como dos plataformas adicionales, a saber: la red GSM y la red UMTS. Ahora bien, en el trayecto CDMA2000 no es necesario contar con espectro adicional, ya que puede implementarse en la banda 800 MHz en una sola plataforma: la red CDMA2000.

## **2.5 Experiencia internacional**

En 2001 los operadores europeos que habían invertido mucho para obtener licencias con miras a utilizar el espectro requerido para implementar los sistemas UMTS se encontraron en una situación financiera muy delicada. Muchos de ellos no podían pagar lo que debían, mientras que otros pidieron a los gobiernos que los exonerasen de sus deudas. A estos problemas se añadió el retraso experimentado en el desarrollo de la tecnología UMTS y no pudo atenderse a los compromisos de implementación. De hecho, se fueron anunciando regularmente nuevos retrasos.

Por otra parte, hay que señalar los éxitos conseguidos por Corea y Japón en desplegar la plataforma CDMA 1X. En efecto, el número de usuarios de nuevas aplicaciones y terminales aumentó rápidamente.

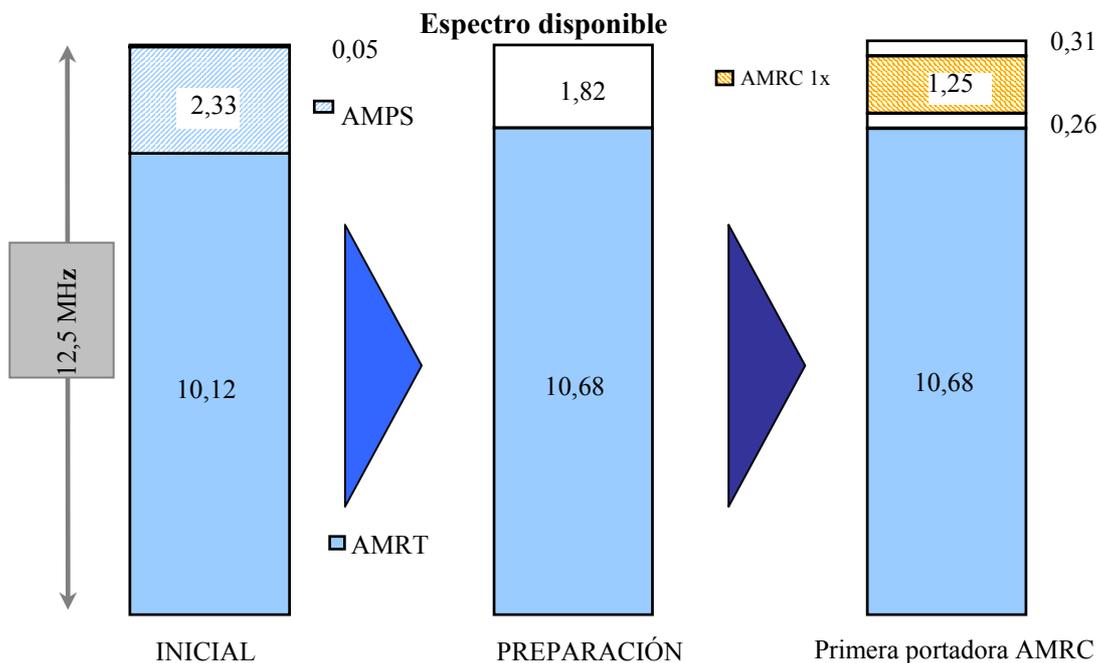
## **2.6 Disponibilidad de terminales**

Para pronunciarse a este respecto, se analizó entre otras cosas, la cuestión de los terminales. Los operadores ya saben de experiencia lo interesante que resulta contar con una amplia gama de terminales ajustados a diferentes categorías de consumidores, y de que los fabricantes estén dispuestos a proporcionar terminales con las últimas innovaciones tecnológicas de los sistemas utilizados por los operadores. Por este motivo, las decisiones de los operadores deberán basarse en la existencia de una amplia gama de fabricantes y comprometidos con producir terminales ajustados a las aplicaciones que se implementarán y a las necesidades comerciales, habida cuenta de la experiencia de Corea y Japón, así como de la decisión adoptada por dos grandes operadores, uno de Norteamérica y el segundo Brasil, en el sentido de aplicar la tecnología CDMA 1X para promover confianza en los terminales disponibles.

### 3 Construcción y puesta en servicio de las redes

El proyecto de instalar y explotar la plataforma CDMA 1xRTT tiene por objeto, como se señaló, construir una red paralela a la red TDMA (más de 400 células), reajustar toda la red existente (AMPS y TDMA) para liberar el espectro necesario con el fin de mejorar la portadora CDMA 1xRTT, adaptar los diferentes sitios para instalar en ellos nuevas estaciones de base de radiocomunicación, las plataformas de interconexión y conexión y los nodos comunes MTX a los sistemas AMPS, TDMA y CDMA 1X, y ajustar los sistemas de explotación, así como los procedimientos de facturación y administrativos.

Figura I.2 – Plan para la migración del espectro hacia CDMA 1xRTT



Uno de los principales desafíos que afrontaba el proyecto era integrar en la red básica las redes TDMA y CDMA 1X, los sistemas de soporte de operaciones (OSS) y los sistemas de soporte de actividades comerciales (BSS). Se trataba de garantizar la portabilidad de número entre las redes, la transparencia de los servicios y la compatibilidad entre las dos redes, reutilizando plataformas que proporcionasen servicios básicos y de valor añadido, tales como SMS (*Moviltexto*), correo con voz (*Movilmensaje*), HLR, los demás servicios vocales, SCP, y red inteligente inalámbrica (WIN), tanto en lo que concierne a la plataforma de acopio de servicios de previo pago como al registro de llamadas, para facturar los nuevos servicios de la red. Asimismo, hubo necesidad de diseñar procesos y sistemas para soportar los nuevos servicios de datos inalámbricos.

En la fecha en que se inició el proyecto no existía ninguna plataforma que hiciera posible almacenar los perfiles y ubicaciones de los abonados (HLR) y que permitiese, en el caso de ambas redes simultáneamente consideradas, el procesamiento y la gestión de abonados con el fin de garantizar la transparencia del proceso.

Por otra parte, fue necesario realizar un estudio exhaustivo de los servicios asociados con la red WIN y en sus actuales procedimientos de soporte, para poder integrarlo en la nueva red.

Debió evaluarse también la posibilidad que la red analógica proporcionara cobertura a los abonados del sistema 1X, ya que había que introducir cambios radicales en el procesamiento de los servicios requeridos. En efecto, incluso tratándose de servicios básicos como la mensajería ha sido necesario introducir ajustes en los procedimientos de encaminamiento de las llamadas, debido a las diferencias entre los proveedores existentes.

Se planteaba la necesidad de explotar el servicio de previo pago a través de TDMA con protocolos propiedad de fabricantes que, con la introducción de la nueva red y un nuevo proveedor, se habían convertido en un obstáculo para la integración del sistema 1X. En el caso de este servicio, se planteó una serie de soluciones más avanzadas. Se organizaron negociaciones con los proveedores y competidores para garantizar el despliegue de un sistema basado en la norma de protocolo de telecomunicaciones IS-826, en lo que respecta a los sistemas de telefonía móvil de previo pago. Esto supuso diseñar una nueva arquitectura de red para atender a los objetivos dentro de plazos fijos y sin afectar a los sistemas existentes.

En nueve meses -de enero a octubre de 2002- todos estos esfuerzos se vieron coronados por el éxito, ya que en ellos participaron todas las empresas y se atendió simultáneamente a los requisitos de instalación y de explotación de las redes AMPS, TDMA y CDPD existentes.

#### **4 Pruebas de explotación**

El proceso de certificación comercial consistía en la validación de la explotación comercial de la red recurriendo a protocolos de pruebas generales para las llamadas, los servicios y los sistemas que soportaban la explotación comercial y los servicios al cliente. El proceso de certificación se aplicó a los diferentes sistemas de llamada y servicio, esto es, de previo pago y postpago en línea, la extranet de los agentes, la activación vocal, el operador en línea, la intranet operacional servicio MTX con conmutación y de mensajes breves; llamadas y servicios de postpago y previo pago; pruebas en exteriores; pruebas en interiores las estructuras más importantes de cada región; pruebas de mantenimiento para llamadas cuando se modifica la estación de base de radiocomunicaciones receptora, en el caso de estaciones digitales y analógicas; IVR: activación de tarjetas y transmisión de datos.

Las pruebas se dividieron en categorías de postpago y previo pago, y se constituyó un equipo de certificación multidisciplinaria, formado por los siguientes elementos: el grupo de reparación de averías, encargado de supervisar y rectificar los problemas que planteaban los sistemas explotados por operador; el grupo de pruebas, integrado por administradores regionales procedentes de las distintas regiones; y un grupo de empleados de la oficinas regionales de estos administradores, encargado de realizar las pruebas de llamada y servicio. En el protocolo de prueba se explicó el objetivo, alcance y ejecución de cada prueba, así como los resultados previstos. Esta manera de proceder resultaba especialmente importante en el caso de la coordinación de los grupos, lo que, a su vez, exigía que un pequeño grupo garantizara la relación de coordinación entre las distintas regiones de cada zona comercial.

---



Impreso en Suiza  
Ginebra, 2006

Derechos de las fotografías: Fototeca UIT