



Manual sobre tendencias mundiales de las IMT

Edición de 2015

Manual sobre Tendencias mundiales de las IMT

Edición de 2015

UIT-R



Prólogo

El presente Manual de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre tendencias mundiales de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT, por sus siglas en inglés) constituye un ejemplo de colaboración satisfactoria a nivel internacional entre expertos calificados y experimentados en la esfera de las comunicaciones móviles avanzadas y sus reglamentos pertinentes, en calidad de representantes de organizaciones de reglamentación nacional, operadores de comunicaciones móviles y empresas importantes relacionadas con las IMT.

Habida cuenta del rápido desarrollo de las IMT, este Manual no abarca todos los aspectos que sería necesario abordar en lo concerniente a los avances que registren las IMT en el futuro. Sin embargo, proporciona orientaciones útiles sobre las características principales de los sistemas actuales y su evolución futura. Se alienta al lector a consultar la versión más reciente de las referencias que se facilitan en el Manual.

Agradecemos muy especialmente las valiosas contribuciones que han fomentado el debate de todos los participantes en el Grupo de Trabajo 5D del UIT-R, así como las útiles aportaciones de datos y parámetros sobre sistemas IMT existentes, entre otros elementos de información.

Este Manual es asimismo fruto de las numerosas contribuciones aportadas por los participantes en diversos Grupos de la UIT, en particular los grupos encargados del mantenimiento y de la actualización de información en sus respectivas esferas de competencia, a saber, el GT 5D del UIT-R (aspectos de radiocomunicaciones), el GT 4B del UIT-R (aspectos de satélites), la CE 13 del UIT-T (aspectos de red medular) y la Cuestión 25/2 del UIT-D (aspectos de los países en desarrollo).

Cabe esperar que este Manual, así como otras publicaciones de la UIT, resulten útiles como herramienta práctica para brindar apoyo a las Administraciones, entre otras partes interesadas, en su labor de mejora constante de sus redes IMT encaminada a la prestación de servicios móviles de banda ancha.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 1
	1.1 Objetivo y alcance..... 1
	1.2 Glosario fundamental del Manual..... 1
2	Tendencias de utilización y requisitos de servicio 2
	2.1 Introducción 2
	2.2 Tendencias en materia de utilización 2
	2.3 Tendencias de mercado..... 8
	2.4 Características esenciales de las IMT 13
	2.5 Cobertura de zonas urbanas, rurales y alejadas..... 13
	2.6 Utilización de las IMT para aplicaciones específicas 14
	2.7 Aspectos relativos a los países en desarrollo 14
3	Características, tecnologías y normas de los sistemas de las IMT 16
	3.1 Introducción 16
	3.2 Conceptos y objetivos de los sistemas de las IMT 16
	3.3 Arquitectura y normas de las IMT 18
	3.4 Técnicas para facilitar la itinerancia 37
4	Espectro de las IMT 38
	4.1 Espectro internacional identificado para las IMT 38
	4.2 Disposiciones de frecuencias 39
	4.3 Métodos de estimación de las necesidades de espectro para las IMT..... 41
5	Cuestiones de reglamentación 43
	5.1 Aspectos y acuerdos institucionales..... 43
	5.2 Transparencia y participación de las partes interesadas..... 44
	5.3 Conocimientos de mercado..... 44
	5.4 Concesión de licencias para la utilización del espectro 44
	5.5 Directrices para la liberación de espectro para las IMT (incluida su redistribución)..... 45
	5.6 Circulación a nivel mundial de los terminales 45
	5.7 Emisiones no deseadas..... 45
6	Etapas de implantación de los sistemas IMT 46
	6.1 Principales aspectos y cuestiones que hay que tener en cuenta antes de la implantación de redes IMT 46

	<i>Página</i>
6.2 Migración de los actuales sistemas inalámbricos a las IMT	46
6.3 Selección de tecnología para las bandas IMT identificadas.....	52
6.4 Planificación de la implantación	53
7 Criterios para adoptar decisiones sobre tecnología	54
7.1 Aspectos relativos a las repercusiones en materia de espectro, la disposición de canales y la anchura de banda.....	54
7.2 Importancia de las soluciones multimodo/multibanda.....	54
7.3 Trayectoria de desarrollo tecnológico.....	54
7.4 Aspectos relativos a la red de enlace de retroceso	54
7.5 Neutralidad tecnológica	55
ANEXO A – Abreviaturas, acrónimos, interfaces y puntos de referencia	57
A.1 Abreviaturas y acrónimos	57
A.2 Interfaces.....	61
A.3 Punto de referencia	63
ANEXO B – Publicaciones de referencia.....	65
B.1 Publicaciones de la UIT	65
B.2 Publicaciones externas	67
ANEXO C – Aplicaciones y servicios	69
C.1 Aplicaciones y servicios basados en la posición.....	69
ANEXO D – Descripción de sistemas de conexión de retroceso inalámbricos	73
ANEXO E – Descripción de las interfaces y los sistemas radioeléctricos de las IMT-2000	75
ANEXO F – Descripción de organizaciones externas.....	79
F.1 3GPP	79
F.2 3GPP2	79
F.3 IEEE.....	79
ANEXO G – Descripción de organizaciones externas	81
G.1 Esquema general de la relación entre los resultados del GT 5D del UIT-R y sus actividades en curso (desde la 13ª reunión del GT 5D)	81
G.2 Recomendaciones e Informes publicados por el UIT-R en relación con las IMT terrenales	81
G.3 Trabajos en marcha en el GT 5D del UIT-R.....	86
G.4 Lista exhaustiva de las Recomendaciones e Informes del UIT-R sobre las IMT	89
ANEXO H – Recomendaciones e Informes sobre la componente de satélite de las IMT (y aspectos conexos).....	91

	<i>Página</i>
ANEXO I – Migración de tecnología en una banda de frecuencias determinada	93
I.1 Atribución de recursos de frecuencia.....	93
I.2 Coexistencia entre GSM e IMT en frecuencias adyacentes	96
I.3 Coexistencia de varias tecnologías GSM/CDMA-MC/UMTS/LTE en las bandas de 850 y 900 MHz	99
I.4 Estudios de la CEPT sobre la coexistencia del GSM con otros sistemas	102

1 Introducción

El presente Manual trata sobre las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT, por sus siglas en inglés) y proporciona información general sobre requisitos de servicio, tendencias de aplicaciones y características de sistema, así como información sustantiva en materia de aspectos de espectro, reglamentación, directrices sobre evolución y migración y evolución de la red medular en las IMT.

En este Manual también se abordan diversas cuestiones relacionadas con la implantación de sistemas IMT.

1.1 Objetivo y alcance

El objetivo del presente Manual es proporcionar orientaciones generales a los Miembros de la UIT y a los operadores de red, entre otras partes interesadas, sobre cuestiones relativas al despliegue de sistemas IMT, con objeto de brindarles asistencia en la toma de decisiones sobre posibles estrategias de implantación de sus redes IMT-2000 e IMT-Avanzadas.

El Manual hace hincapié en los aspectos técnicos, operacionales y de espectro relativos a los sistemas de las IMT, y proporciona información sobre la implantación y las características técnicas de las IMT, así como sobre los servicios y las aplicaciones que soportan.

En el presente Manual se actualiza información existente sobre las IMT-2000 y se proporciona nueva información en relación con las IMT-Avanzadas sobre la base de la Recomendación UIT-R M.2012. También se hace referencia al trabajo del Informe M.2243 del UIT-R «Evaluación del despliegue de la banda ancha móvil mundial y predicciones sobre las Telecomunicaciones Móviles Internacionales», en lo concerniente al análisis de cuestiones futuras. Este Manual es, y seguirá siendo, fruto de la colaboración de varios grupos pertenecientes a los tres Sectores de la UIT, en particular el Grupo de Trabajo 5D del UIT-R, que ha dirigido y coordinado los trabajos pertinentes y se ha encargado de la elaboración de los textos relativos a los sistemas terrenales; el Grupo de Trabajo 4B del UIT-R ha sido el competente en relación con las cuestiones sobre sistemas de satélite; la Comisión de Estudio 13 del UIT-T ha coordinado la labor relativa a la red medular; y, por último, los aspectos relacionados con los países en desarrollo se han abordado en el marco de la Cuestión 25/2 del UIT-D.

Se ha prestado particular atención a las necesidades de los países en desarrollo, en consonancia con la primera parte de la Cuestión 77/5 del UIT-R, en virtud de la cual se decide que el GT 5D siga analizando las necesidades más acuciantes de los países en desarrollo para lograr un acceso rentable a las redes de telecomunicaciones internacionales.

En el presente Manual se sintetizan asimismo los resultados y las actividades en curso del GT 5D, con objeto de proporcionar información actualizada a los países que no pueden asistir a las reuniones del GT 5D.

1.2 Glosario fundamental del Manual

Comisión de la Banda Ancha	En la Comisión de la Banda Ancha para el Desarrollo Digital participan la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). La Comisión reúne los puntos de vista de varias partes interesadas con objeto de promover el despliegue de la banda ancha y la adopción de un nuevo enfoque sobre la participación de las Naciones Unidas y el sector privado.
IMT	Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) abarcan las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas, que se basan de forma conjunta en la Resolución UIT-R 56
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-D	Sector de Desarrollo de las 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

3GPP	Proyecto de asociación de tercera generación
3GPP2	Proyecto de asociación de tercera generación 2

2 Tendencias de utilización y requisitos de servicio

2.1 Introducción

Con objeto de comprender las tendencias actuales de las IMT es importante analizar y comprender cómo se utilizan los servicios móviles de banda ancha, y con qué finalidad (en particular las características principales de las tecnologías IMT), así como las necesidades específicas de los países en desarrollo. Estas cuestiones sientan conjuntamente las bases de una comprensión más cabal de los temas que se abordan en secciones posteriores de este Manual. Dichas secciones tratan sobre las tendencias en materia de aplicaciones (por ejemplo la utilización de los servicios móviles de Internet, el tráfico de los servicios de vídeo, las redes sociales y el tráfico de máquina a máquina), las tendencias comerciales en materia de tráfico y dispositivos, las características fundamentales de los avances tecnológicos registrados en las IMT, la utilización de las IMT en zonas urbanas, rurales y aisladas, y las cuestiones relativas a los países en desarrollo, por ejemplo los obstáculos de acceso.

2.2 Tendencias en materia de utilización

2.2.1 Utilización de los servicios móviles de Internet

La utilización de servicios móviles de Internet ha registrado un ritmo de crecimiento muy elevado en todo el mundo en los últimos años. Aunque la utilización de dichos servicios se puede evaluar de varias formas, su desarrollo, así las previsiones del mismo, se ponen claramente de manifiesto si se analiza el volumen y la velocidad del tráfico de datos de los servicios móviles. Por ejemplo, según se desprende de los resultados de un análisis llevado a cabo por Ericsson, el tráfico mensual total de datos en el tercer trimestre de 2013¹ fue de alrededor de 1 800 petabytes. Los autores del análisis sostienen además que el aumento del tráfico de datos de servicios móviles en el tercer trimestre de 2013 con respecto al registrado en el segundo trimestre del mismo año fue superior al tráfico mensual total de datos generados por servicios móviles en el cuarto trimestre de 2009. En relación con el último período anual del análisis de Ericsson, el tráfico de datos de servicios móviles registró un aumento de alrededor del 80%. De los resultados del análisis llevado a cabo en 2013 se desprende que el tráfico total de datos de servicios móviles de Internet generado por teléfonos móviles superó por primera vez² al tráfico generado por las computadoras portátiles, las tabletas táctiles y los encaminadores de redes móviles. Otro análisis comparativo efectuado por la Asociación Grupo Especial Móvil (GSMA) puso de manifiesto que en 2012 se generó más tráfico de datos de servicios móviles que en todos los años anteriores en su conjunto³. Con respecto al futuro, se prevé que los dispositivos móviles sigan constituyendo el principal medio de acceso a Internet. Por ejemplo, según un estudio llevado a cabo por Cisco para analizar el origen del tráfico IP en las redes de telecomunicaciones a escala internacional, en 2017 casi la mitad de dicho tráfico se generará en dispositivos que no sean computadoras personales, frente al 26% registrado en 2012⁴. En dicho estudio de Cisco se prevé asimismo que, si bien el tráfico generado por computadoras personales (PC) aumentará con arreglo a una tasa de crecimiento compuesto anual (TCCA) del 14% y el tráfico de datos de

¹ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 10, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

² Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 11, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

³ GSMA, *The Mobile Economy 2015*, disponible en http://www.gsamobileeconomy.com/GSMA_Global_Mobile_Economy_Report_2015.pdf.

⁴ Cisco, *The Zettabyte Era – Trends and Analysis* (2014), disponible en http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/VNI_Hyperconnectivity_WP.html.

máquina a máquina (M2) aumentará en un 79%, el tráfico generado por tabletas táctiles y teléfonos móviles aumentará en un 104%⁴.

A escala mundial, según las estimaciones realizadas por Cisco, el tráfico de datos de servicios móviles se multiplicará por un factor de 13 en el período comprendido entre 2012 y 2017, con arreglo a una TCCA del 66%, hasta alcanzar los 11,2 exabytes mensuales en 2017⁴. Esta tasa de crecimiento sería tres veces superior a la tasa de crecimiento del tráfico de datos de servicios fijos para el mismo período. La tecnología y la utilización de los teléfonos inteligentes han avanzado a un ritmo muy rápido en los últimos años, lo que ha contribuido a mejorar el acceso de los usuarios a los servicios móviles de banda ancha, en particular la categoría de servicios que probablemente más demandarán los abonados de los servicios móviles de banda ancha a través de sus dispositivos móviles. Según un análisis reciente de Ericsson, aproximadamente el 55% de todos los teléfonos móviles que se comercializaron en el tercer trimestre de 2013 fueron teléfonos inteligentes, frente al 40% de todos los teléfonos vendidos en 2012⁵. Dicho análisis también puso de manifiesto que sigue habiendo margen de crecimiento, habida cuenta de que solamente del 25 al 30% de los abonados a servicios de telefonía móvil utilizan teléfonos inteligentes. Según Ericsson, a finales de 2013 había 1 900 millones de abonados con un teléfono inteligente, y se prevé que esa cifra alcance los 5 600 millones a finales de 2019. Cabe señalar asimismo que la tecnología Evolución a largo plazo (LTE) se ha implantado en los teléfonos inteligentes a un ritmo muy rápido.

Según se desprende de los resultados de un análisis, en julio de 2011 alrededor del 5 por ciento de los teléfonos inteligentes incorporaban tecnología LTE; en agosto de 2013, más del 30% de dichos teléfonos podía utilizarse en redes LTE⁶. También sigue aumentando, además del número de teléfonos inteligentes, la velocidad de la conectividad móvil en todo el mundo, a medida que las redes y los dispositivos incorporan las tecnologías más recientes, por ejemplo la LTE. Según Cisco, la velocidad promedio de la conexión a las redes de servicios móviles en 2012 fue de 526 kbit/s, y se prevé que en 2017 supere los 3,9 Mbit/s, con arreglo a una TCCA del 49%. También se prevé que la velocidad promedio de transmisión de datos en los teléfonos inteligentes se triplique en 2017, hasta alcanzar 6,5 Mbit/s⁷. La experiencia demuestra que el aumento de la velocidad de conexión hace que la utilización de los servicios sea mayor, si bien puede haber un desfase, en ocasiones de varios años, entre el aumento de la velocidad de redes y dispositivos y el consiguiente aumento de la utilización de los servicios que soportan.

2.2.2 Oferta de aplicaciones de soportes lógicos móviles (Apps)

Uno de los factores clave que determina la utilización de servicios de datos en las comunicaciones móviles ha sido la rápida proliferación de aplicaciones de soportes lógicos, habitualmente conocidas como «apps», que se utilizan en teléfonos inteligentes y otros tipos de dispositivos móviles. Con respecto a los dos sistemas principales de aplicaciones, existen aproximadamente 900 000 aplicaciones para iOS (el sistema operativo que incorporan los dispositivos iPhone, iPad y iPod de Apple) y 800 000 para Android (el sistema operativo de numerosos teléfonos móviles y tabletas táctiles)⁸. Dichos sistemas se solapan desde un punto de vista comercial, puesto que muchos programadores desarrollan aplicaciones para ambos sistemas operativos para lograr el mayor número de clientes posible. Ambos sistemas de aplicaciones han registrado un desarrollo relativamente constante en los últimos años, si bien la tasa de adopción de las aplicaciones Android ha aumentado más recientemente. Existen datos muy dispares sobre el número de descargas de aplicaciones.

⁵ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 4, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

⁶ Global Mobile Suppliers Association, «LTE: user device segmentation: 2011-2013,» (2013), disponible en http://www.gsacom.com/downloads/pdf/LTE_user_device_segmentation_250813.php4.

⁷ Cisco, *The Zettabyte Era – Trends and Analysis* (2014), disponible en http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/VNI_Hyperconnectivity_WP.html.

⁸ Mobile Statistics, «Total apps available,» disponible en <http://www.mobilestatistics.com/mobile-statistics/>.

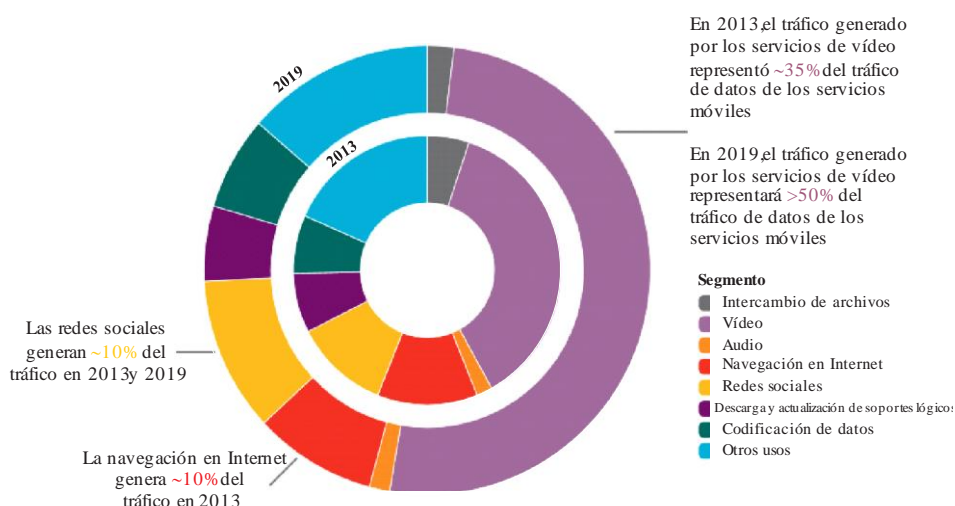
Según ABI Research, en 2013 se descargaron 56 mil millones de aplicaciones para teléfonos inteligentes (incluidas las aplicaciones para los sistemas Windows Phone y Balckberry, además de iOS y Android); y según Portio Research, en 2013 se descargaron 82 mil millones de aplicaciones en todo el mundo. Con independencia de las cifras exactas, cabe señalar que la descarga de aplicaciones para dispositivos móviles constituye un fenómeno relativamente reciente, que comenzó a cobrar impulso gracias a la tienda de aplicaciones en línea que puso en marcha Apple en 2008.

El número de aplicaciones descargadas también ha aumentado a un ritmo muy rápido. Por ejemplo, en 2010 se descargaron aproximadamente cinco mil millones de aplicaciones iOS y 289 000 aplicaciones Android, frente a alrededor de 48 mil millones de aplicaciones iOS y 50 mil millones de aplicaciones Android que se descargaron a comienzos de 2013. Por lo general, las aplicaciones se agrupan en varias categorías, y los expertos analizan el tráfico de red para evaluar el volumen de tráfico que genera cada grupo de aplicaciones y realizar previsiones sobre pautas de tráfico futuras. En la Figura 1 se representa un desglose porcentual, realizado por Ericsson, del tráfico de aplicaciones para dispositivos móviles registrado 2013 y las previsiones de dicho tráfico para 2019.

Ericsson prevé que el contenido de los servicios de vídeo, en particular, siga constituyendo el principal factor impulsor del tráfico de datos en las redes móviles, que representará más del 50% de dicho tráfico en 2019.

FIGURA 1

Tráfico de datos de las aplicaciones para dispositivos móviles en 2013 y en 2019



Global Trends01

Fuente: Ericsson

A raíz del aumento de la velocidad y la capacidad de las redes de comunicaciones móviles, las aplicaciones de soportes lógicos para dispositivos móviles que se benefician de ello son cada vez más numerosas. Según se desprende de un análisis de la GSMA y A.T. Kearny, se prevé que el tráfico de datos en las redes móviles aumente con arreglo a una TCCA del 66 por ciento de 2012 a 2017, y que alcance un volumen mensual de 11 156 petabytes⁹. En el análisis de la GSMA se prevé asimismo que la utilización de servicios aumente con arreglo a una TCCA superior al 30% en el período 2012-2017, a saber, VoIP (34%), juegos (62%), M2M (89%), intercambio de archivos (34%), transmisión de datos (55%) y aplicaciones de vídeo (75%). En las secciones que siguen a continuación se examinan pormenorizadamente algunos de estos factores determinantes.

⁹ GSMA, *The Mobile Economy 2015*, disponible en http://www.gsamobileeconomy.com/GSMA_Global_Mobile_Economy_Report_2015.pdf.

2.2.3 Tráfico de datos de vídeo

Como se reseña en la sección 2.2.1, el tráfico de datos en las redes móviles ha aumentado a un ritmo muy rápido, y cabe esperar prosiga que esta tendencia. El principal elemento impulsor de dicho aumento es la utilización de servicios de vídeo en las redes móviles, cuyo tráfico de datos se prevé que supere los 7 000 petabytes mensuales en 2017⁹. Ericsson prevé asimismo que el tráfico de datos de vídeo en las redes móviles registre un aumento promedio del 55% hasta 2019; para entonces, representará más de la mitad del tráfico¹⁰ de datos en las redes móviles.

La utilización de servicios móviles de vídeo es cada vez más habitual entre los abonados de los servicios móviles de banda ancha. El despliegue paulatino de nuevas tecnologías en las redes móviles, por ejemplo HSPA y LTE, que permiten ofrecer contenido de más calidad a mayor velocidad a los abonados, hace que éstos puedan escoger con más facilidad contenidos de una gama de proveedores más amplia. Dichos proveedores prestan sus servicios, en particular, a través de redes de radiodifusión y de televisión por cable, YouTube y otros portales similares de intercambio de vídeos, e incluyen servicios de compilación de contenidos como los ofrecidos por iTunes de Apple, Google Play de Google, Amazon.com, Netflix, Hulu, Youku e iQiyi, entre otros. En enero de 2014 Google señaló que casi el 40% del «tiempo de audiencia»¹¹ de YouTube a nivel internacional correspondía a usuarios de redes móviles. Según se desprende de los resultados de un análisis, el 41% de las personas de edad comprendida entre 65 y 69 años reprodujeron directamente vídeo en redes fijas o móviles al menos una vez por semana¹². Por otro lado, los juegos pueden contribuir al aumento del tráfico de datos de vídeo en las redes móviles. Si bien el volumen del tráfico de datos y los requisitos de velocidad de numerosos juegos, ya sean para un participante o varios, que incorporan los dispositivos móviles son relativamente bajos, cabe esperar que esa situación sea diferente en el futuro¹³. A medida que aumenta el número de juegos que incorporan funciones para varios participantes y contenido en alta definición, y permiten la reproducción directa de vídeo en línea, es muy probable que los juegos sean un elemento impulsor del tráfico de datos de vídeo cada vez más importante.

2.2.4 Las redes sociales en las redes móviles

En la actualidad, aproximadamente el 10% del tráfico total de datos¹² de las redes móviles corresponde a la utilización de redes sociales. Según Ericsson, este porcentaje permanecerá invariable hasta 2019, si bien los usuarios de las redes sociales utilizarán cada vez más servicios que requieren mayor cantidad de datos, por ejemplo imágenes y vídeo¹². Con respecto al modo en el que los usuarios utilizan sus dispositivos móviles, las redes sociales ocupan el segundo lugar en lo que a generación de tráfico de datos se refiere. Ericsson señaló que en el período comprendido entre 2012 y 2013 se registró un aumento del porcentaje de tráfico asociado al acceso a las redes sociales mediante teléfonos inteligentes¹⁴.

Cabe destacar que el acceso a las redes sociales a través de teléfonos móviles supera ampliamente al acceso a dichas redes mediante tabletas táctiles y computadoras portátiles, que generan menos del cinco por ciento del tráfico de las redes móviles asociado a las redes sociales, como se muestra en la Figura 2.

¹⁰ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 13, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

¹¹ YouTube, «Statistics», disponible en <http://www.youtube.com/yt/press/statistics.html>, con fecha 2 de enero de 2014.

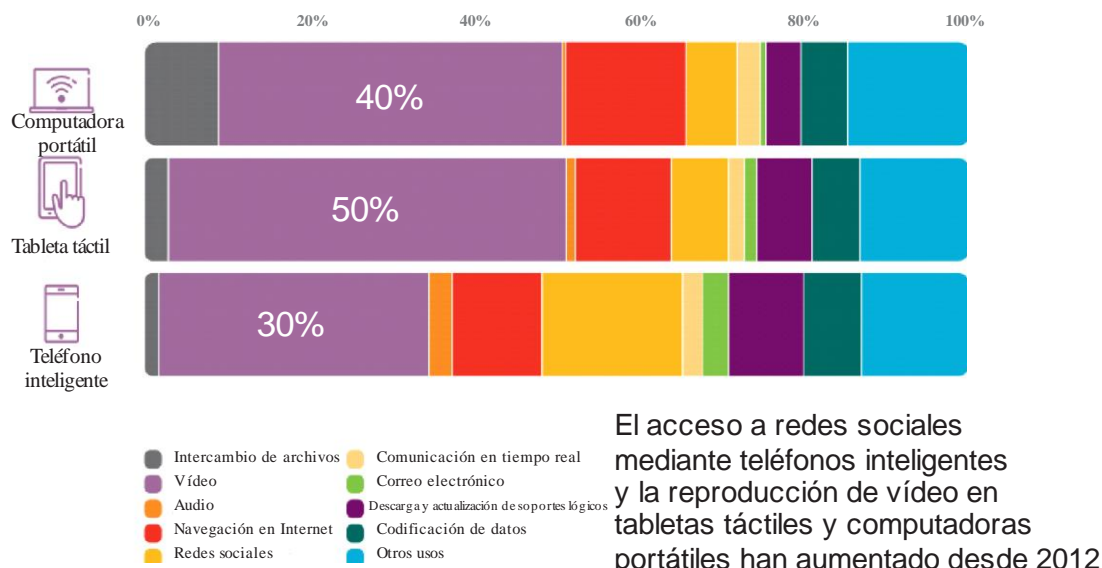
¹² Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 13, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

¹³ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 26, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

¹⁴ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 15, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

FIGURA 2

Tráfico de datos en las redes móviles por aplicación y tipo de dispositivo (2013)



Global Trends02

Fuente: Ericsson

En lo concerniente al tipo de empleo de los teléfonos móviles inteligentes, según datos de Google relativos a 41 países, más de la mitad de los usuarios de teléfonos inteligentes acceden a redes sociales al menos una vez por mes, y más del 25 por ciento lo hacen a diario¹⁵. En 27 de esos países, más del 75% de los usuarios de teléfonos inteligentes acceden a redes sociales al menos una vez por mes. De los resultados de un análisis llevado a cabo por Ericsson se desprende que el acceso a redes sociales constituye la actividad más habitual de los usuarios de teléfonos móviles iOS y Android en Estados Unidos de América, a la que dedican 13,1 horas mensuales¹⁶. Las aplicaciones de entretenimiento, a las que dedican 8,5 horas mensuales, son la segunda actividad más habitual al utilizar los teléfonos inteligentes.

2.2.5 Tráfico de máquina a máquina

A raíz del aumento de la cobertura y capacidad de las redes móviles y de la disminución del costo de la conectividad de diversos tipos de equipos, el número de dispositivos conectados a Internet ha aumentado a un ritmo muy elevado. Muchos de estos dispositivos se han diseñado para supervisar de forma constante determinados tipos de situaciones o estados, notificar información a usuarios y/o comunicarse entre sí. En función de la definición utilizada, las comunicaciones M2M pueden incluir una amplia gama de dispositivos, entre ellos equipos de teledetección, redes eléctricas «inteligentes», electrodomésticos y automóviles conectados a Internet y equipos de fabricación, por nombrar solo algunos ejemplos.

Según un informe elaborado por la OECD en 2012, en ese año había un millón de dispositivos provistos de conexión a Internet gestionados¹⁷ por empresas a través de redes de comunicaciones móviles. OnStar gestionaba en ese momento, según varias fuentes, más de seis millones de dispositivos con capacidad para conectarse a Internet, es decir, más del número total de abonados de varios países.

¹⁵ Google, «Our Mobile Planet», disponible en <http://www.thinkwithgoogle.com/mobileplanet/en/>.

¹⁶ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 26, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

¹⁷ OCDE (2012), «Machine-to-Machine Communications: Connecting Billions of Devices», OECD Digital Economy Papers, N.º 192 en 8, Publicaciones de la OCDE. <http://dx.doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en>.

Existen numerosas estimaciones sobre el número potencial de dispositivos conectados a Internet. Según una de ellas, ampliamente referida, se prevé que haya 50 mil millones de dispositivos móviles conectados a Internet en 2020¹⁸. Según otras previsiones, esa cifra será mucho menor. Naturalmente, las estimaciones sobre conectividad futura dependen de las definiciones y previsiones que se tengan en cuenta, y que condicionan la metodología. Con independencia del número real de dispositivos M2M que se pongan en funcionamiento, existe la opinión generalizada de que el mercado registrará un notable desarrollo, que fomentará asimismo un aumento del tráfico en las redes de telecomunicaciones móviles a escala internacional. Según Cisco, el tráfico de datos de las comunicaciones M2M aumentará con arreglo a una TCCA del 82% en el período comprendido entre 2012 y 2017¹⁹.

2.2.6 Otros factores que impulsarán el tráfico de datos en el futuro

Se prevé que la demanda de servicios móviles «en la nube» registre un crecimiento exponencial, habida cuenta de que los usuarios adoptan cada vez más nuevos servicios que requieren acceso a Internet. En consecuencia, el volumen de contenido que generan en las redes móviles crece acumulativamente. Los servicios de multimedia que soportan los dispositivos móviles determinarán en gran medida los requisitos en materia de capacidad de computación y almacenamiento, y el tamaño promedio de los archivos de medios aumentará notablemente a medida que aumenta la resolución, medida en número de píxeles, de las cámaras que incorporan dichos dispositivos (según ARC Chart²⁰, el contenido generado por dispositivos móviles requerirá una capacidad de 9 400 PB para servicios en la nube en 2015).

También se prevé que se utilicen servicios en las esferas de la ciber salud, la cibereducación y otros servicios cibergubernamentales mediante dispositivos electrónicos, lo que contribuirá a la mejora del bienestar social.

Por otro lado, se presta gran atención a los servicios en la nube, entre otras razones, porque contribuyen al ahorro de costos empresariales. Dichos servicios requieren una conexión de datos permanente entre los clientes y los centros de datos que alojan los servidores IT. Puesto que el número de abonados de redes móviles que se conectan a la nube es cada vez mayor, el tráfico de datos que soportan dichas redes seguirá aumentando.

A raíz de los avances registrados en las aplicaciones de soportes lógicos para dispositivos móviles gracias al aumento de la capacidad de procesamiento, se prevé que el tráfico de datos en las redes móviles sea cada vez mayor²¹.

La arquitectura de computación en la nube constituye un gran avance en la provisión de servicios y aplicaciones digitales, que ha de tenerse en cuenta al planificar la evolución de las tecnologías de las IMT. La viabilidad económica de estos avances tecnológicos se basa en la capacidad de transmisión de datos a escala internacional para facilitar una serie de funciones clave en las esferas de la comunicación, la información y los contenidos, el comercio electrónico y la comunicación M2M, entre otras. Aún es mayor la trascendencia de las actividades productivas a las que se destinan dichas funciones, en particular en el marco de las cadenas mundiales de suministro. A raíz de ello, los complejos sistemas TIC por los que se rigen actualmente esas nuevas tecnologías y funciones en el mercado empresarial dependen de la capacidad que poseen las empresas para desarrollar, producir, integrar, gestionar y soportar dichos sistemas en diversos emplazamientos; de ahí que la capacidad para colaborar e intercambiar datos entre varios emplazamientos revista una importancia vital.

¹⁸ OCDE (2012), «Machine-to-Machine Communications: Connecting Billions of Devices», Documentos sobre economía digital de la OCDE, N.º 192 en 8, Publicaciones de la OCDE.
<http://dx.doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en>.

¹⁹ Cisco, *The Zettabyte Era – Trends and Analysis* (2014), disponible en http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/VNI_Hyperconnectivity_WP.html.

²⁰ «ARC Chart Research Report on the mobile cloud: Market analysis and forecasts», junio de 2011.

²¹ Informe del UIT-R M.2243 – «Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for International Mobile Telecommunications», sección 3.10.

2.3 Tendencias de mercado

2.3.1 Información sobre los abonados de las IMT a nivel mundial de 2007 a 2013

Según la UIT, el número de abonados de servicios móviles de banda ancha en todo el mundo ha registrado un enorme crecimiento, pasando de 268 millones en 2007 a 2 100 millones en 2013²². La UIT también señaló en 2013 que el número de abonados de servicios móviles de banda ancha en los países en desarrollo se había multiplicado por más de dos desde 2011, pasando de 472 millones a 1 160 millones, valor que rebasa el número de abonados en los países desarrollados²². Sin embargo, siguen persistiendo notables diferencias de penetración entre los países desarrollados y los países en desarrollo. Según datos de la UIT, el 75% de la población de los países desarrollados posee un abono activo a un servicio móvil de banda ancha, frente al 20% de la población en los países en desarrollo²³. Como se señala en el Informe de 2013 de la Comisión de Banda Ancha, *Estado de la Banda Ancha en 2013: Universalización de la Banda Ancha*, en 2008 el número de abonados de servicios móviles de banda ancha superó al de abonados de servicios fijos de banda ancha, y registró una tasa de crecimiento anual de alrededor del 30%²⁴. De ahí que la Comisión de Banda Ancha considere que los servicios móviles de banda ancha hayan sido los que han registrado la mayor tasa de crecimiento en el ámbito de las TIC, puesto que su número de abonados supera al de abonados de servicios fijos de banda ancha con arreglo a una proporción de 3 a 1 (de 2 a 1 en 2010). En lo concerniente al número de abonados de servicios IMT, cabe esperar un aumento a un ritmo muy rápido a lo largo de los próximos años. De acuerdo con los datos de Ericsson que se presentan en la Figura 3, la mayor parte de los abonados de América del Norte y Europa Occidental poseían dispositivos IMT en 2013; en 2019²⁵, la mayoría de los abonados de servicios móviles en todas las regiones del mundo utilizarán dispositivos IMT.

²² UIT, «El mundo en 2013: Hechos y cifras de las TIC.» (2013) en 6, disponible en <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2013-e.pdf>.

²³ UIT, «El mundo en 2013: Hechos y cifras de las TIC» (2013) en 6, disponible en <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2013-e.pdf>.

²⁴ Comisión de Banda Ancha, *Estado de la Banda Ancha en 2013: Universalización de la Banda Ancha* en 12, disponible en <http://www.broadbandcommission.org/Documents/bb-annualreport2013.pdf>.

²⁵ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 9, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

FIGURA 3

Abonados de servicios móviles por tecnología en 2013 y 2019

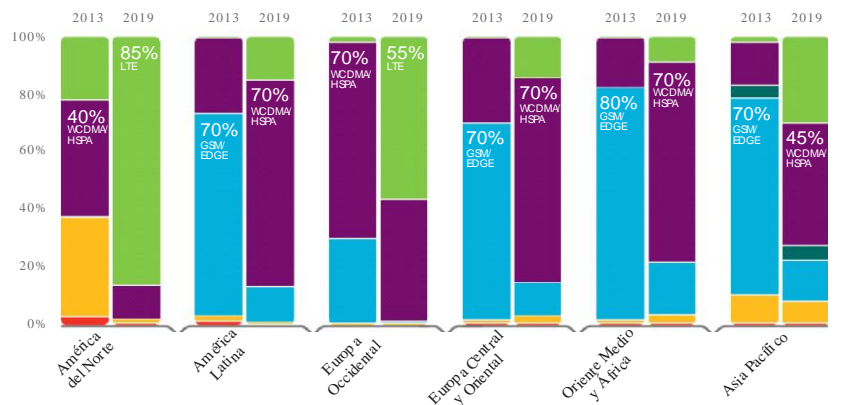
El 85%

de los abonados de servicios móviles en América del Norte utilizarán tecnología LTE en 2019

El 80%

de los abonados de servicios móviles en Oriente Medio y África utilizaban tecnología 2G en 2013. Ese será el porcentaje de abonados de servicios 3G/4G en 2019

Abonados de servicios móviles



Global Trends 03

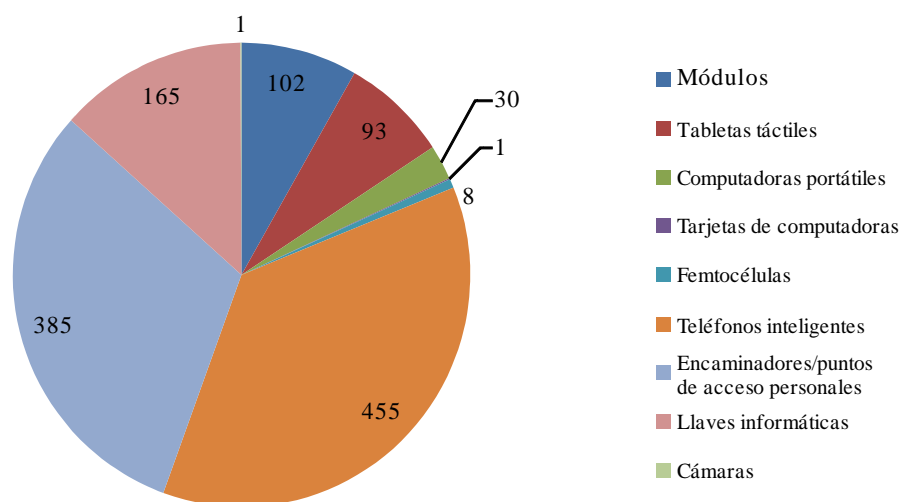
Fuente: Ericsson

2.3.2 Tipos de dispositivos

El aumento de la conectividad, capacidad y velocidad de los servicios móviles de banda ancha ha dado lugar al desarrollo, cada vez mayor, de nuevos tipos de dispositivos para atender a las necesidades de los usuarios. En lo concerniente a los dispositivos que incorporan la tecnología LTE, por ejemplo, la Asociación mundial de proveedores de dispositivos móviles (GSA) afirmó en 2013 que los teléfonos inteligentes constituyen la principal categoría de dispositivos LTE, en particular 455 modelos (incluidas diversas variantes específicas para operadores y/o frecuencias determinados), es decir, el 36% de todos los tipos²⁶ de dispositivos LTE. El número de tabletas táctiles y de puntos de acceso personales con capacidad de conexión LTE también aumenta a un ritmo muy rápido.

²⁶ Asociación mundial de proveedores de dispositivos móviles, *Informe: Status of the LTE Ecosystem* (7 de noviembre de 2013) en 2, disponible en http://www.gsacom.com/downloads/pdf/GSA_lte_ecosystem_report_071113.php4.

Dispositivos LTE de los usuarios (noviembre 2013)



Global Trends 04

De acuerdo con los datos proporcionados por Ericsson, el pico de mercado para los abonos que incluyen teléfonos móviles básicos o provistos de determinadas funciones tuvo lugar en 2012. De los resultados de su análisis se desprende que había 1 900 millones de abonos que incluían teléfonos inteligentes a finales de 2013, y que esa cifra pasará a ser 5 600 millones a finales de 2019²⁷. Se prevé que el aumento del número de abonos que incluyen teléfonos inteligentes se produzca principalmente a partir del momento en que los usuarios de África, Asia y Oriente Medio sustituyan sus teléfonos básicos por teléfonos inteligentes a lo largo de los próximos años, en parte debido a la disponibilidad de dispositivos de bajo costo. El número de computadoras portátiles, tabletas táctiles y abonos que incluyen encaminadores de redes móviles también seguirá aumentando, pasando de 300 millones en 2013 a 800 millones en 2019. Ericsson pone de manifiesto asimismo notables diferencias entre regiones, y prevé que casi todos los teléfonos móviles que se vendan en Europa Occidental y en América del Norte en 2019 serán teléfonos inteligentes, frente al 50% de los abonos en Oriente Medio y África²⁷ que incluirán un teléfono móvil.

2.3.3 Mejora de las redes y de la percepción que tienen los usuarios del servicio

A raíz de la mayor demanda de tráfico de datos en las redes móviles, que sigue aumentando, los operadores están realizando notables inversiones para modernizar sus redes, con objeto de aumentar su capacidad y mejorar el servicio percibido por los usuarios. Según se desprende de los resultados de un estudio, los operadores invirtieron 8 700 millones de USD en la modernización de redes LTE en 2012, valor que pasó a ser 24 mil millones en 2013 y 36 mil millones en 2015²⁸. Uno de los parámetros más analizado habitualmente para evaluar la calidad del servicio percibido por los usuarios es la velocidad promedio de conexión de las redes móviles. Según Cisco, dicha velocidad aumentará en todas las regiones para todos los tipos de dispositivos hasta 2017²⁹. A escala mundial, la velocidad promedio de conexión de las redes móviles en 2012 fue 526 kbit/s. Este valor promedio aumentará con arreglo a una TCCA del 49% y superará los 3,9 Mbit/s en 2017.

²⁷ Ericsson, *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society* (2013) en 7, disponible en <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/ericsson-mobility-report-november-2013.pdf>.

²⁸ IHS, LTE Expected to Dominate Wireless Infrastructure Spending by 2013 (enero de 2012).

²⁹ Cisco, *The Zettabyte Era – Trends and Analysis* (2014), disponible en http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/VNI_Hyperconnectivity_WP.html.

Las velocidades de conexión de los teléfonos inteligentes, por lo general en redes IMT, son actualmente casi cuatro veces superiores al valor promedio general, y se prevé que se tripliquen para 2017, hasta alcanzar un valor promedio de 6,5 Mbit/s. Cisco prevé asimismo que en todas las regiones las velocidades promedio de transmisión de datos en las redes móviles aumente con arreglo a una TCCA mínima del 36% hasta 2017 y una TCCA del 68% en Oriente Medio y en África.

La tecnología IMT se ha generalizado en las redes móviles a escala mundial. La comercialización de la tecnología LTE en los últimos años ha permitido a los operadores modernizar rápidamente sus redes. En diciembre de 2013, existían 244 redes LTE en 92 países. Más de un año antes había 113 redes en 51 países³⁰. En octubre de 2011, únicamente había 35 redes comerciales en 21 países³¹. La implantación de LTE va a la par con la relativa disminución del despliegue de la tecnología HSPA, a raíz de la reorientación de las inversiones de los operadores hacia la LTE. En diciembre de 2013, había 532 redes HSPA en funcionamiento, y más del 63% de los operadores habían desplegado redes³² HSPA+. Un año antes, había 482 redes HSPA comerciales y el 52% de los operadores de HSPA habían implantado la tecnología HSPA+; en 2011 existían 424 redes comerciales HSPA, de las cuales el 36% incorporaba la tecnología HSPA³³.

La evolución de los sistemas IMT ha hecho que los usuarios hayan podido beneficiarse de una velocidad de transmisión de datos en las redes móviles cada vez mayor. Cada avance tecnológico ha permitido alcanzar un nuevo valor de cresta en la velocidad de transmisión de datos.

No obstante, en ocasiones los avances tecnológicos no pueden ir a la par con el rápido aumento de la velocidad de datos necesaria en las redes móviles. Ello sucede, en particular, en las zonas urbanas en todo el mundo. De ahí que los operadores y las organizaciones de reglamentación de todo el mundo traten de atribuir espectro adicional a los servicios móviles de banda ancha, en particular mediante la atribución de nuevas bandas de espectro. Por ejemplo, la transición de la radiodifusión de televisión analógica a la digital puede dar lugar a un «dividendo digital» en el espectro utilizado previamente para la radiodifusión, que puede utilizarse posteriormente para otros fines. La mayoría de los países han comenzado el proceso de atribución de espectro a servicios móviles de banda ancha, o tienen previsto hacerlo. Cabe esperar que la mayor parte de esas transiciones tengan lugar en los próximos 10 años.

2.3.4 Iniciativas políticas para promover la banda ancha móvil

Los gobiernos y varias organizaciones multilaterales están adoptando una serie de medidas para promover la banda ancha, por ejemplo la formulación de un Plan nacional de banda ancha. Aunque cada país ha de afrontar sus propios retos para promover la adopción de servicios móviles de banda ancha, en numerosas ocasiones pueden aplicarse determinadas pautas o medidas de índole general. Las iniciativas sobre servicios móviles de banda ancha se formulan frecuentemente en el marco de planes destinados a fomentar la adopción de la banda ancha de forma más general. De ahí que las medidas políticas que pueden promover la adopción de los servicios móviles de banda ancha puedan estar estrechamente vinculadas a las medidas destinadas a fomentar la adopción de los servicios fijos de banda ancha.

³⁰ GSA, *Evolution to LTE Report* (2 de noviembre de 2012), disponible en http://gsacom.com/downloads/pdf/GSA_Evolution_to_LTE_report_011112.php4.

³¹ GSA, *Evolution to LTE Report rev. 2* (12 de octubre de 2011), disponible en http://gsacom.com/downloads/pdf/gsa_evolution_to_lte_report_121011.php4.

³² GSA, «3GPP systems mobile broadband wallchart,» (2 de diciembre de 2013), disponible en http://gsacom.com/downloads/pdf/3GPP_systems_mobile_broadband_wallchart_111213.php4.

³³ GSA, «3GPP systems mobile broadband wallchart,» (noviembre de 2012), disponible en http://gsacom.com/downloads/pdf/MBB_wallchart_November_2012.php4 y «Mobile Broadband Wallchart: 3GPP Systems,» (7 de noviembre de 2011), disponible en http://gsacom.com/downloads/pdf/MBB_wallchart_071111.php4.

En otros casos, como sucede en numerosos países en desarrollo, los servicios móviles de banda ancha son la opción principal (o la única) para prestar servicios de banda ancha a un gran número de habitantes y comunidades. Entre las medidas políticas encaminadas a fomentar la oferta de servicios móviles de banda ancha cabe destacar:

- establecer objetivos claros y evaluables para mejorar la oferta de servicios de banda ancha mediante la instalación de infraestructuras, en particular el despliegue y la modernización de las redes de comunicaciones móviles;
- velar por la disponibilidad y la utilización eficaz y flexible del espectro atribuido a los servicios móviles;
- garantizar la competencia, eficiencia y transparencia de los mercados;
- asegurar a todos los usuarios un acceso equitativo a los servicios de banda ancha; y
- fomentar las inversiones en redes, servicios y aplicaciones de comunicaciones móviles.

Una de dichas medidas consiste en promover el despliegue de redes de comunicaciones móviles que funcionan en bandas de frecuencia inferiores a 1 GHz, como solución principal para facilitar la prestación de servicios móviles de banda ancha en zonas no atendidas.

Entre las medidas políticas encaminadas a fomentar la demanda de servicios móviles de banda ancha, cabe destacar:

- promover la demanda de servicios y aplicaciones de banda ancha;
- evaluar la necesidad de subvencionar dispositivos y/o tarifas de servicios, y determinar el mecanismo adecuado para ello, por ejemplo mediante acceso universal o un programa de servicios universales;
- proporcionar información y servicios útiles a los usuarios de dispositivos móviles (por ejemplo aplicaciones móviles gubernamentales, sanitarias o bancarias); y
- concienciar a los usuarios, así como a los usuarios potenciales, acerca de las ventajas que brindan los servicios móviles de banda ancha.

La Comisión de Banda Ancha, si bien no hace hincapié únicamente en los servicios móviles de banda ancha, ha propuesto recientemente diversas medidas políticas encaminadas a fomentar el acceso a la banda ancha en el sector de las comunicaciones móviles. En el informe que elaboró dicha Comisión en 2013 en el marco de sus actividades encaminadas a la universalización de la banda ancha, por ejemplo, se propone formular las políticas adecuadas en materia de espectro y atribuciones razonables de espectro, y asegurar marcos jurídicos y reglamentarios estables para fomentar y motivar las inversiones y crear un entorno de competencia sostenible³⁴. A tenor de ello, en el informe se subraya la importancia de establecer un plan nacional de banda ancha para orientar el desarrollo de la misma. La Comisión de Banda Ancha también propuso, en el marco de sus recomendaciones políticas sobre servicios móviles, la prestación de servicios de banda ancha de bajo costo con objeto de lograr una mayor tasa de penetración.

En las recomendaciones³⁵ del primer informe de la Comisión de Banda Ancha, *A 2010 Leadership Imperative: The Future Built on Broadband* se subraya, en particular, la necesidad de formular objetivos políticos a escala nacional para proporcionar servicios y aplicaciones de banda ancha a las poblaciones vulnerables, desfavorecidas y aisladas. Para las poblaciones aisladas, la tecnología móvil constituye el principal medio de acceso a los servicios de comunicaciones, tal vez el único viable desde un punto de vista económico.

³⁴ Comisión de Banda Ancha, *The State of Broadband 2013: Universalizing Broadband* (2013) en 40, disponible en <http://www.broadbandcommission.org/Documents/bb-annualreport2013.pdf>.

³⁵ Comisión de Banda Ancha, *A 2010 Leadership Imperative: The Future Built on Broadband* (2010) en 57, disponible en http://www.broadbandcommission.org/Documents/publications/Report_1.pdf.

2.4 Características esenciales de las IMT

2.4.1 Características esenciales de las IMT-2000

Las principales características de las IMT-2000 son:

- alto grado de uniformidad de diseño a nivel mundial;
- compatibilidad de los servicios de las IMT-2000 entre sí y con las redes fijas;
- alta calidad;
- pequeños terminales para uso mundial;
- capacidad de itinerancia mundial;
- soporte de aplicaciones multimedia y una amplia gama de servicios y terminales.

En la Recomendación UIT-R M.1457 se identifican las especificaciones de las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000. Dichas interfaces sirven de apoyo a las características y los parámetros de diseño de las IMT-2000, con inclusión de las características anteriormente mencionadas, entre ellas la capacidad para garantizar compatibilidad a escala mundial, la itinerancia internacional y el acceso a servicio de datos de alta velocidad.

2.4.2 Características esenciales de las IMT avanzadas

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

- compatibilidad de sus funcionalidades en todo el mundo, sin perjuicio de la flexibilidad necesaria para soportar un gran número de servicios y aplicaciones de manera rentable;
- compatibilidad de servicios en el marco de las IMT y con redes fijas;
- capacidad de interfuncionamiento con otros sistemas de acceso radioeléctrico;
- servicios móviles de alta calidad;
- equipo de usuario adecuado para su uso en todo en el mundo;
- aplicaciones, servicios y equipos fáciles de utilizar por el usuario;
- capacidad de itinerancia mundial;
- velocidades máximas y mejoradas para soportar aplicaciones y servicios avanzados (100 Mbit/s para alta movilidad y 1 Gbit/s para baja movilidad)³⁶.

Estas características permiten que las IMT-Avanzadas respondan a la evolución de las necesidades de los usuarios.

En la Recomendación UIT-R M.2012 se identifican las tecnologías de la interfaz radioeléctrica terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales avanzadas (IMT-Avanzadas) y se presentan las especificaciones detalladas de la interfaz radioeléctrica. En estas especificaciones de la interfaz radioeléctrica se detallan las características y los parámetros de las IMT-Avanzadas, con inclusión de las características anteriormente mencionadas, entre ellas la capacidad de lograr la compatibilidad a nivel mundial, la itinerancia internacional y el acceso a los servicios de datos de alta velocidad.

2.5 Cobertura de zonas urbanas, rurales y alejadas

Se dispone de diversos sistemas y aplicaciones de Banda Ancha Móvil (BAM) basados en diferentes normas, y la pertinencia de cada uno de ellos depende de la utilización (fija o nómada/móvil), así como de la calidad de funcionamiento y los requisitos geográficos, entre otros. En los países en los que la infraestructura cableada no está bien establecida, los sistemas BAM pueden implantarse más fácilmente para prestar servicio a las bases de población en entornos urbanos densos, así como en zonas más distantes. Puede que algunos usuarios sólo necesiten el acceso a Internet en banda ancha de corto alcance, mientras que otros lo necesiten en largas

³⁶ Velocidades de datos basadas en la Recomendación UIT-R M.1645.

distancias. Además, puede que estos mismos usuarios necesiten que sus aplicaciones BAM sean nómadas, móviles, fijas o una combinación de las tres.

En resumen, existen diversas soluciones multiacceso y la elección de cuál se debe poner en práctica depende de la interacción de los requisitos, la utilización de diferentes tecnologías para cumplir dichos requisitos, la disponibilidad de espectro (con licencia frente a sin licencia) y la escala de la red que se requiere para la distribución de servicios y aplicaciones BAM (redes de área metropolitana frente a locales)³⁷.

2.6 Utilización de las IMT para aplicaciones específicas

En el presente Manual se examina la utilización de las IMT para protección pública y operaciones de socorro (PPDR). Ulteriormente se examinarán, en su caso, otras aplicaciones especiales.

2.6.1 Utilización de las IMT para aplicaciones de PPDR

En el Informe UIT-R M.2291 se aborda la utilización actual, y posible en un futuro, de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT), en particular de la tecnología Evolución a largo plazo (LTE), para prestar apoyo a las comunicaciones de banda ancha para PPDR que figuran en las Resoluciones, Recomendaciones e Informes pertinentes de la UIT. En dicho Informe se proporcionan asimismo varios ejemplos de despliegue de IMT para radiocomunicaciones de PPDR, estudios de caso e hipótesis sobre sistemas IMT de apoyo a las aplicaciones de los servicios de banda ancha para PPDR, por ejemplo de datos y vídeo. En la Resolución **646 (Rev. CMR-12)** se define PPDR mediante los términos «Radiocomunicaciones para la protección pública» y «Radiocomunicaciones para operaciones de socorro». El término «Radiocomunicaciones para la protección pública» hace alusión a las radiocomunicaciones utilizadas por las instituciones y organizaciones encargadas del mantenimiento del orden público, la protección de vidas y bienes y la intervención ante situaciones de emergencia». El término «Radiocomunicaciones para operaciones de socorro» hace alusión a las radiocomunicaciones utilizadas por las instituciones y organizaciones encargadas de atender a una grave interrupción del funcionamiento de la sociedad, y que constituye una seria amenaza generalizada para la vida humana, la salud, la propiedad o el medio ambiente, ya sea causada por un accidente, la naturaleza o una actividad humana, y tanto si se produce repentinamente o como resultado de procesos complejos a largo plazo». La UIT ha llevado a cabo diversos estudios sobre radiocomunicaciones para PPDR sobre la base de la Resolución **646 (Rev.CMR-12)** y el Informe UIT-R M.2033.

2.7 Aspectos relativos a los países en desarrollo

En la mayoría de los países en desarrollo el número de teléfonos móviles e IMT supera, desde hace mucho tiempo, al de conexiones fijas, y muchos servicios de banda ancha se prestan en esos países mediante las IMT. Para algunas personas, su primer y único acceso a Internet tiene lugar mediante un dispositivo IMT.

Este tipo de conectividad, junto con los teléfonos inteligentes IMT de bajo costo, representa una oportunidad para capacitar a las personas de todos los estratos de la sociedad. Por ejemplo, gracias a los dispositivos IMT, los médicos pueden seguir a distancia a los pacientes con afecciones cardíacas que viven en zonas rurales; los agricultores tienen acceso a la información meteorológica y sobre los precios de venta que les servirá para aumentar sus ingresos y mejorar su nivel de vida; las mujeres salen de la pobreza mediante iniciativas de empresa aprovechando los beneficios de los servicios inalámbricos para poner en marcha sus actividades y acceder a servicios bancarios; y los niños en todas partes pueden acceder a contenido educativo dentro y fuera del aula, las 24 horas del día. Si bien se constatan enormes beneficios en esferas clave como la educación, los servicios sanitarios y el comercio, es necesario adoptar medidas adicionales en muchos ámbitos sociales para contribuir al programa de desarrollo. Los teléfonos inteligentes IMT constituyen la plataforma tecnológica que mayor implantación ha tenido en la historia y su potencial para mejorar sustancialmente la vida de las personas apenas comienza a vislumbrarse.

Las ventajas que brindan las aplicaciones M2M (de máquina a máquina) y la IoT (Internet de las cosas) a través de redes IMT también pueden contribuir a reducir la brecha digital en los países en desarrollo.

³⁷ LMH-BWA.

En el Informe Anual de 2013 de la Comisión de Banda Ancha (Cuadro 3, Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo) figura una lista de requisitos/obstáculos específicos que deben tener en cuenta los países en desarrollo y se proporcionan ejemplos de estrategias para superar dichos obstáculos.

Impedimentos de acceso y políticas públicas para superar esos impedimentos

Impedimento/obstáculo	Ejemplos de estrategias para la superación de impedimentos
1 Bajo poder adquisitivo en determinadas zonas rurales y suburbanas	<ul style="list-style-type: none"> • Subvenciones para los usuarios finales a fin de garantizar la adopción de servicios de banda ancha, tras garantizar el acceso a los mismos • Descuentos de los operadores dirigidos a los usuario finales • Compartición de telecentros para fomentar el rápido desarrollo de los mercados de banda ancha • Asociaciones entre los sectores público y privado (PPP)
2 Disponibilidad limitada de recursos financieros mediante determinados FSU	<ul style="list-style-type: none"> • Colaboración de las instancias decisorias políticas con los operadores, en función de las necesidades locales y la financiación gubernamental, a fin de garantizar las fuentes y la eficacia adecuadas de los FSU • Apoyo (por ejemplo de organismos internacionales) a proyectos ad-hoc • Prioridad a proyectos de ASU con arreglo a criterios estrictos y claros
3 Bajo nivel de competencias de una parte de la población en materia de TIC	<ul style="list-style-type: none"> • Formación en TIC • Conexión de centros educativos • Impartición de clases sobre TIC en escuelas y universidades, y • Provisión de equipos TIC de bajo costo o gratuitos
4 Servicios básicos deficientes (agua, electricidad, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de telecentros al público con acceso garantizado a servicios básicos • Acceso inalámbrico en lugares públicos con acceso garantizado a servicios básicos
5 Disponibilidad limitada de equipos electrónicos de consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución directa de equipos, o subvenciones para los hogares pobres para adquirir equipos electrónicos de consumo • Revisión de los derechos de importación para garantizar su eficacia • Formulación de políticas sobre aprobación (suministro) de equipos que no sean demasiado onerosas ni restrictivas
6 Alta fiscalidad a servicios o equipos de telecomunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la fiscalidad y de los derechos de importación en relación con los servicios y equipos de telecomunicaciones, incluida la supresión de impuestos de lujo
7 Infraestructuras deficientes/ elevados costos de implantación	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de un plan nacional de banda ancha, incluido el despliegue de una red medular nacional mutualizada y la implantación de infraestructuras • Concesiones a operadores para fomentar la implantación de infraestructuras • Compartición de infraestructuras y trabajos
8 Retardos administrativos en las autorizaciones para desplegar nuevas infraestructuras	<ul style="list-style-type: none"> • Participación de los organismos y los ministerios pertinentes en las etapas de trabajo iniciales • Racionalización de los procedimientos de concesión de licencias • Supresión de las formalidades burocráticas y de los retardos • Supresión de las barreras y de los obstáculos para obtener la propiedad de terrenos
9 Desarrollo económico deficiente en algunas zonas	<ul style="list-style-type: none"> • Implantación de programas de subvenciones en el plano de la demanda, sobre la base de inversiones en el plano de la oferta
10 Disponibilidad insuficiente de espectro	<ul style="list-style-type: none"> • Simplificación de las prácticas de concesión de licencias y reordenación de espectro • Implantación de la transición digital • Mayor eficacia en las políticas de atribución/asignación de espectro
11 Disponibilidad insuficiente de contenido local de interés	<ul style="list-style-type: none"> • Subvenciones y concesiones para el desarrollo de contenido local • Puesta en marcha de servicios de cibergobierno, apertura gubernamental y libertad de libertad de políticas informativas

Por otro lado, el Informe del UIT-D «Tecnologías de acceso a las telecomunicaciones de banda ancha, incluidas las IMT, para los países en desarrollo»³⁸, permite a los países en desarrollo conocer las diversas tecnologías disponibles en lo concerniente al acceso de banda ancha en zonas urbanas, rurales y aisladas mediante tecnologías alámbricas o inalámbricas para las telecomunicaciones terrenales y por satélite, incluidas las IMT. En el informe se tratan las cuestiones técnicas relativas a la implantación de tecnologías de acceso de banda ancha mediante la identificación de los factores que influyen en la implantación eficaz de dichas tecnologías, así como sus aplicaciones, y se hace hincapié en las tecnologías y las normas reconocidas o que son objeto de estudio en el UIT-R y el UIT-T.

3 Características, tecnologías y normas de los sistemas de las IMT

3.1 Introducción

Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) abarcan las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas, que se basan de forma conjunta en la Resolución UIT-R 56.

La capacidad de los sistemas de las IMT se refuerza continuamente, a tenor de las tendencias de los usuarios y los avances tecnológicos.

Las Recomendaciones UIT-R M.1457 y UIT-R M.2012 contienen las especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas, respectivamente.

3.2 Conceptos y objetivos de los sistemas de las IMT

Conceptos de los sistemas de las IMT

Las IMT-2000, sistemas móviles de la tercera generación, que entraron en funcionamiento en torno al año 2000, y los sistemas de las IMT, permiten el acceso por medio de uno o varios enlaces radioeléctricos a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones, incluidos servicios de comunicaciones móviles avanzadas, soportados por las redes de telecomunicaciones fijas (por ejemplo, RTPC/Internet), que, cada vez con mayor frecuencia, se basan en la transmisión de paquetes, y a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

En la Recomendación UIT-R M.1645 se define el marco del futuro desarrollo de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores a las IMT-2000 para las redes de acceso radioeléctricas, sobre la base de las tendencias mundiales de los usuarios y las tecnologías, así como de las necesidades de los países en desarrollo.

Los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas) son sistemas móviles dotados de nuevas capacidades de IMT que superan a las de las IMT-2000.

El término «IMT-Avanzadas» se aplica a aquellos sistemas, componentes de los mismos y aspectos conexos que incluyen las nuevas interfaces radioeléctricas utilizadas para permitir la utilización de las nuevas capacidades de los sistemas posteriores a las IMT-2000³⁹.

Los sistemas de las IMT-Avanzadas proporcionan velocidades de datos máximas y mejoradas para soportar aplicaciones y servicios avanzados (100 Mbit/s para alta movilidad y 1 Gbit/s para baja movilidad fueron los objetivos de su investigación)⁴⁰.

³⁸ Informe del UIT-D «Tecnologías de acceso a las telecomunicaciones de banda ancha, incluidas las IMT, para los países en desarrollo», disponible en <http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.25-2014>.

³⁹ Según se describe en la Recomendación UIT-R M.1645, los sistemas posteriores a las IMT-2000 abarcarán las capacidades de los sistemas anteriores, y las mejoras y futuros desarrollos de las IMT-2000 que cumplan los criterios estipulados en el *resuelve* 2 de la Resolución UIT-R 56 también pueden formar parte de las IMT-Avanzadas.

⁴⁰ Velocidades de datos basadas en la Recomendación UIT-R M.1645.

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

Las capacidades de los sistemas de las IMT-Avanzadas se están mejorando continuamente aprovechando los desarrollos tecnológicos.

Se prevé que en el futuro desarrollo de las IMT-2000 y de las IMT-Avanzadas se necesiten velocidades de datos superiores a las de los actuales sistemas IMT.

El funcionamiento mundial y las economías de escala constituyen los elementos clave del éxito de los sistemas de telecomunicaciones móviles. Conviene llegar a un acuerdo basado en un calendario armonizado para definir los parámetros técnicos, de explotación y los relacionados con el espectro que sean comunes a los sistemas, habida cuenta de las IMT-2000 pertinentes y otras experiencias.

Potenciar al máximo el uso de interfaces radioeléctricas comunes en las IMT-Avanzadas puede desembocar en una menor complejidad y un costo incremental reducido de los terminales multimodo.

Objetivos

En la Recomendación UIT-R M.687 – IMT-2000 se definen los objetivos de las IMT-2000, revisados en 1997, incluidos los objetivos generales, técnicos y de funcionamiento. Consúltese dicha Recomendación para ampliar información al respecto.

Los objetivos del futuro desarrollo de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 también se sintetizan en la Recomendación UIT-R M.1645 desde múltiples puntos de vista, según se refleja en el cuadro que sigue a continuación, que figura en la sección 4.2.2 de la Recomendación UIT-R M.1645.

Objetivos desde perspectivas múltiples

Perspectiva	Objetivos
USUARIO FINAL	<ul style="list-style-type: none"> Acceso móvil ubicuo Facilidad de acceso a las aplicaciones y servicios Calidad adecuada con costo razonable Interfaz de usuario fácilmente comprensible Vida prolongada del equipo y de la batería Amplia elección de terminales Capacidades mejoradas de servicio Capacidades de facturación fácilmente comprensibles
PROVEEDOR DE CONTENIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Capacidades de facturación flexibles Capacidad para adaptar el contenido a las necesidades del usuario, dependiendo del terminal, el emplazamiento y las preferencias del usuario Acceso a un amplio mercado mediante interfaces de programación de aplicaciones con grandes similitudes
PROVEEDOR DE SERVICIO	<ul style="list-style-type: none"> Creación de servicio, validación e instalación rápidas y abiertas Gestión de la calidad de servicio y la seguridad Adaptación automática al servicio en función de la velocidad de datos disponible y del tipo de terminal Capacidades de facturación flexibles

Perspectiva	Objetivos
OPERADOR DE RED	Optimización de los recursos (espectro y equipo) Gestión de la calidad de servicio y la seguridad Capacidad de prestación de servicios diferenciados Configuración de red flexible Reducción del costo de los terminales y del equipo de red, basándose en economías de escala a nivel mundial Transición paulatina de las IMT-2000 a los sistemas posteriores a las IMT-2000 Maximización de las capacidades de compartición entre las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 Autenticación única (independiente de la red de acceso) Capacidades de facturación flexibles Selección del tipo de acceso optimizando la distribución del servicio
FABRICANTE/ CREADOR DE APLICACIONES	Reducción del costo de los terminales y del equipo de red basándose en economías de escala a nivel mundial Acceso a un mercado mundial Interfaces físicas y lógicas abiertas entre subsistemas modulares e integrados Plataformas programables que permiten una elaboración de costos rápida y reducida

3.3 Arquitectura y normas de las IMT

En la Recomendación UIT-R M.1645 se define el marco y los objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores a las IMT-2000 para las redes de acceso radioeléctricas, sobre la base de las tendencias mundiales de los usuarios y las tecnologías, así como de las necesidades de los países en desarrollo.

Las especificaciones técnicas de las IMT-2000 se han mejorado constantemente desde el año 2000.

Las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas se definen mediante un conjunto de Recomendaciones de la UIT interdependientes a las que se hace alusión en el presente Manual.

Existen otras Recomendaciones del UIT-R relativas a las IMT (Recomendaciones UIT-R M.1036, UIT-R M.1580, UIT-R M.1581 y UIT-R M.1579, entre otras) sobre los aspectos pertinentes en materia de implantación que permiten la utilización y el despliegue de sistemas de la forma más eficaz y eficiente posible, y facilitan el desarrollo de los sistemas de las IMT⁴¹.

En el Anexo B figura información adicional sobre las Recomendaciones y los Informes del UIT-R.

3.3.1 Redes de acceso radioeléctrico y normas de las IMT

Las Recomendaciones UIT-R M.1457 y UIT-R M.2012 proporcionan, respectivamente, las especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000) y las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-Avanzadas (IMT-Avanzadas). Estas Recomendaciones ofrecen información acerca de las interfaces radioeléctricas que se utilizan en las redes terrenales de las IMT.

⁴¹ Las Recomendaciones UIT-R M.1457 y UIT-R M.2012 son dos Recomendaciones distintas, independientes y autónomas, cada una de ellas con un objetivo diferente. Ambas Recomendaciones se elaborarán de forma independiente y su contenido podría solaparse parcialmente por tener ciertos elementos en común.

La Recomendación UIT-R M.1457 contiene resúmenes y especificaciones detalladas de cada una de las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000, a saber:

- Sección 5.1 – Ensanchamiento directo del AMDC de las IMT-2000
- Sección 5.2 – Multiportadora AMDC para las IMT-2000
- Sección 5.3 – IMT-2000 AMDC DDT
- Sección 5.4 – Portadora única AMDT IMT-2000
- Sección 5.5 – AMDF/AMDT en las IMT-2000
- Sección 5.6 – WMAN DDT con AMDFO IMT-2000.

La Recomendación UIT-R M.2012 contiene especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-Avanzadas. La Recomendación incluye resúmenes y especificaciones detalladas de las dos interfaces radioeléctricas de las IMT-Avanzadas:

- Anexo 1 – Especificación de la tecnología de la interfaz radioeléctrica de la LTE-Avanzada
- Anexo 2 – Especificación de la tecnología de la interfaz radioeléctrica MAN Inalámbrica-Avanzada.

3.3.1.1 IMT-2000

3.3.1.1.1 Ensanchamiento directo del AMDC de las IMT-2000

La presente sección abarca el ensanchamiento directo del AMDC y la E-UTRAN.

Ensanchamiento directo del AMDC

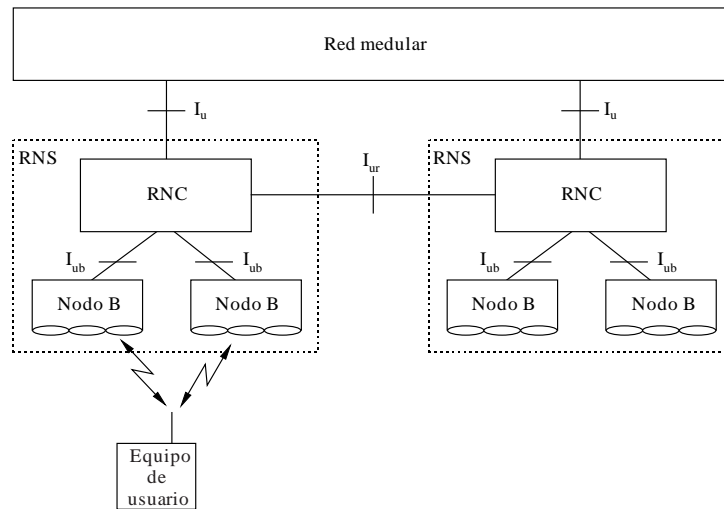
Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de las IMT-2000 con tecnología de ensanchamiento directo del AMDC fueron elaboradas por una asociación de SDO⁴². Esta interfaz radioeléctrica se denomina Acceso Radioeléctrico Terrenal Universal (UTRA) modo DDF o modo AMDC de banda ancha (WCDMA).

La arquitectura general de la red de acceso radioeléctrico se muestra en la Figura 4. La arquitectura de esta interfaz radioeléctrica consiste en un conjunto de subsistemas de red radioeléctrica (RNS) conectados a la red central (RC) a través de la interfaz Iu. Un RNS consta de un controlador de red radioeléctrica (RNC) y una o más entidades denominadas Nodo B. El Nodo B se conecta al RNC mediante la interfaz Iub. El Nodo B puede tratar una o más células. El RNC es responsable de las decisiones de traspaso que requieren señalización al equipo de usuario (UE). En caso de que tenga que soportarse la macrodiversidad entre diferentes nodos B se utiliza el RNC que comprende una función de combinación/división para soportarla. El nodo B puede comprender una función combinación/división opcional para soportar la macrodiversidad dentro de un nodo B. Los RNC de los RNS se pueden interconectar a través de la interfaz Iur. Iu e Iur son interfaces lógicas, es decir, la interfaz Iur se puede transportar a través de una conexión física directa entre los RNC o a través de cualquier red de transporte adecuada.

⁴² Estas especificaciones se elaboran actualmente en el marco del Proyecto de asociación tercera generación (3GPP) cuyas SDO participantes son la Asociación de industrias y empresas de radiocomunicaciones (ARIB), la Asociación china para la normalización de las telecomunicaciones inalámbricas (CCSA), el Instituto europeo de normalización de las telecomunicaciones (ETSI), la Alianza para soluciones de la industria de las telecomunicaciones (ATIS, Comité T1P1), la Asociación de tecnologías de las telecomunicaciones (TTA) y el Comité de tecnología de telecomunicaciones (TTC).

FIGURA 4

**Arquitectura de la red de acceso radioeléctrico
(las células se indican mediante elipses)**



Global Trends04

E-UTRAN (Red de acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionada = LTE)

E-UTRAN tiene por objeto lograr la evolución de las tecnologías de acceso radioeléctrico a velocidades de transmisión de datos elevadas, con bajo retardo y optimizadas para la transmisión de paquetes.

E-UTRAN soporta el funcionamiento con anchura de banda escalable hasta 20 MHz en los enlaces ascendente y descendente para opciones de anchura de banda por debajo de 5 MHz. La armonización del funcionamiento con funcionamiento apareado y no apareado se tiene en cuenta frecuentemente para evitar la innecesaria fragmentación de las tecnologías.

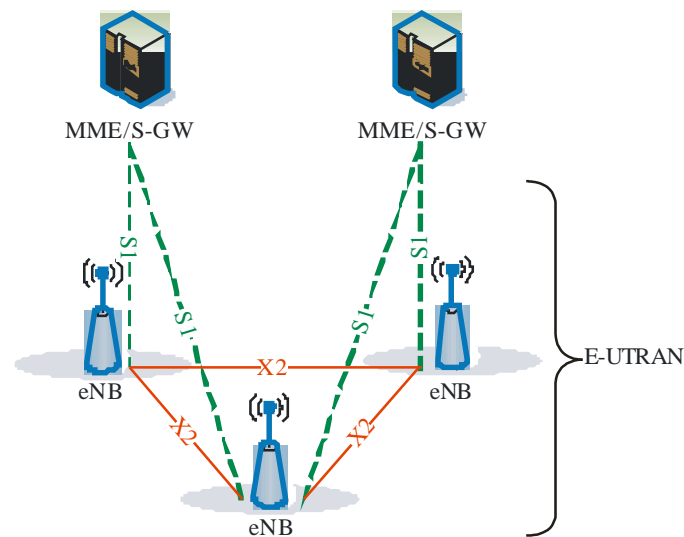
La arquitectura de la red de acceso radioeléctrico de UTRAN consta de nodos B UTRAN evolucionados (eNB). Los eNB realizan las funciones de gestión de recursos radioeléctricos, la compresión de la cabecera IP, la encriptación de los flujos de datos de usuario, etc. Los eNB están interconectados entre sí y conectados a un núcleo de red de paquetes evolucionado.

La red de acceso radioeléctrico de E-UTRAN consta de eNB, y proporciona al plano de usuario (PDCP/RLC/MAC/PHY) y al plano de control terminaciones de protocolo hacia el UE. Los eNB están interconectados entre sí por medio de la interfaz X2. Los eNB también se conectan al núcleo de paquetes evolucionado (EPC) por medio de la interfaz S1, concretamente a la entidad de gestión de la movilidad (MME) por medio de S1-C y a la pasarela de servicio (S-GW) por medio de S1-U. La interfaz S1 soporta una relación de muchos a muchos entre MME/pasarelas de servicio y eNB.

La arquitectura de la red de acceso radioeléctrico de E-UTRAN se muestra en la Figura 5.

FIGURA 5

Arquitectura general



Global Trends 05

El eNB realiza las funciones siguientes:

- funciones relativas a la gestión de recursos radioeléctricos: control de portadora radioeléctrica, control de admisión radioeléctrica, control de la movilidad de la conexión, atribución dinámica de recursos a los UE en los enlaces ascendente y descendente (planificación);
- compresión del encabezamiento IP y cifrado del tren de datos del usuario;
- selección de una MME en el punto de conexión del UE;
- encaminamiento de los datos del plano del usuario hacia la S-GW;
- planificación y transmisión de mensajes de radiobúsqueda (con origen en la MME);
- planificación y transmisión de información de radiodifusión (con origen en la MME o en O&M);
- medición y configuración de la notificación de la misma a los efectos de movilidad y planificación.

La MME realiza las funciones siguientes:

- señalización NAS;
- seguridad de la señalización NAS;
- señalización entre nodos de redes troncales a los efectos de movilidad entre redes de acceso 3GPP;
- disponibilidad del UE en modo reposo (incluidos el control y la ejecución de la retransmisión de los mensajes de radiobúsqueda);
- gestión de la lista de zonas de rastreo (para UE en modos reposo y activo);
- selección de las pasarelas PDN y de servicio;
- selección de la MME para trasposos con cambio de MME;
- selección del SGSN para trasposos a redes de acceso GSM o IMT-2000 3GPP;
- itinerancia;
- autenticación;
- funciones de gestión de portadora, incluido el establecimiento de una portadora específica.

3.3.1.1.2 Multiportadora AMDC para las IMT-2000

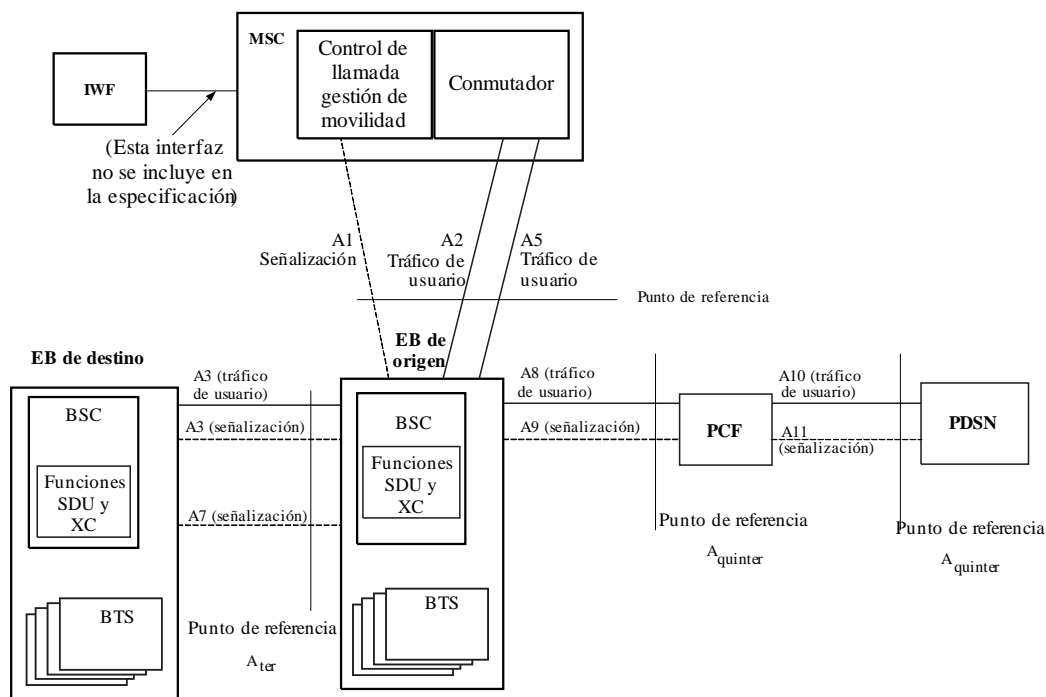
Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de las IMT-2000 para la técnica AMDC de portadoras múltiples AMDC son preparadas por una asociación de organizaciones para la elaboración de normas (SDO) (3GPP2)⁴³. Esta interfaz radioeléctrica se denomina cdma2000.

Arquitectura de las redes de acceso cdma2000 1xRTT y por datos de paquetes de alta velocidad (HRPD)

En las Figuras 6 y 7 siguientes se muestra la relación entre los componentes de la red de apoyo a la iniciación de llamadas en la estación móvil (EM), terminación de llamadas en la EM y operaciones de traspaso directo gradual/más gradual de estación de base (EB) a estación de base (EB). En ambas figuras se describe asimismo una arquitectura lógica que no requiere implantación física alguna. Se realiza la hipótesis de que la función de interfuncionamiento (IWF) para las llamadas de datos en modo circuito se localiza en el centro de conmutación de servicios móviles (MSC) por conmutación de circuitos y que la función de la unidad de selección/distribución (SDU) se sitúa con el controlador de la estación base (BSC) de origen.

FIGURA 6

Modelo de referencia para las interfaces de redes de acceso cdma2000 por conmutación de circuitos

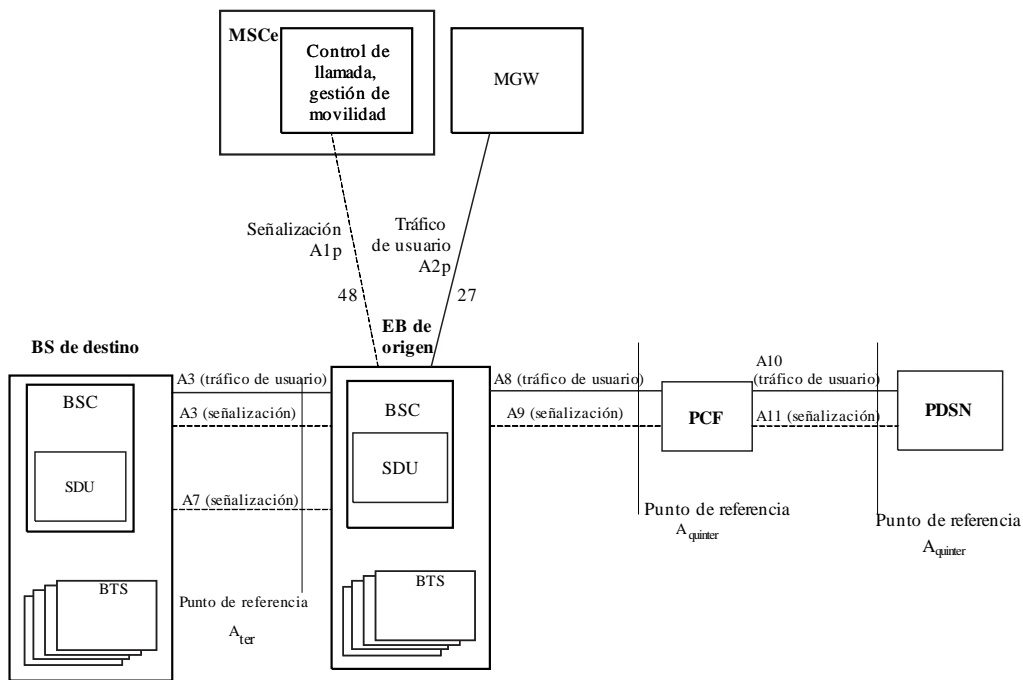


Global Trends06

⁴³ Estas especificaciones se elaboran actualmente en el marco del Proyecto común de tecnologías inalámbricas de la tercera generación N.º 2 (3GPP2), cuyas SDO participantes son la ARIB, el CWTS, la TIA, la TTA y el TTC.

FIGURA 7

**Modelo de referencia para las interfaces de redes de acceso cdma2000
por transmisión de paquetes**



Global Trends07

Las interfaces definidas en las Figuras 6 y 7 proporcionan:

- conexiones (A2, A2p, A3 (tráfico), A5, A8, y A10) de portador (tráfico de usuario);
- una conexión de señalización entre el componente del elemento de canal de la EB de destino y la función de la SDU en la EB de origen (señalización A3);
- una conexión de señalización directa de EB a EB (A7);
- una conexión de señalización entre la EB y el MSC por conmutación de circuitos (A1);
- una conexión de señalización entre la EB y el MSCe (A1p);
- una conexión de señalización entre la EB y la PCF (A9); y
- una conexión de señalización entre un par PCF-PDSN (A11). Los mensajes de señalización A11 también se utilizan para transmitir información administrativa, y de otro tipo, de la PCF al PDSN.

Por lo general, las funciones especificadas en las interfaces se basan en la hipótesis de que las interfaces transportan información de señalización a través de los trayectos lógicos siguientes:

- únicamente entre la EB y el MSC (por ejemplo información de gestión de la BS);
- entre la EM y el MSC por medio de la EB (por ejemplo la EB asigna mensajes de interfaz radioeléctrica a la interfaz A1 o A1p);
- entre la EB y otros elementos de red por medio del MSC;
- entre la EB de origen y la EB de destino;
- entre la EB y la PCF;
- entre la PCF y el PDSN; y
- entre la EM y el PDSN (por ejemplo información de autorización y señalización del protocolo de Internet móvil (MIP)).

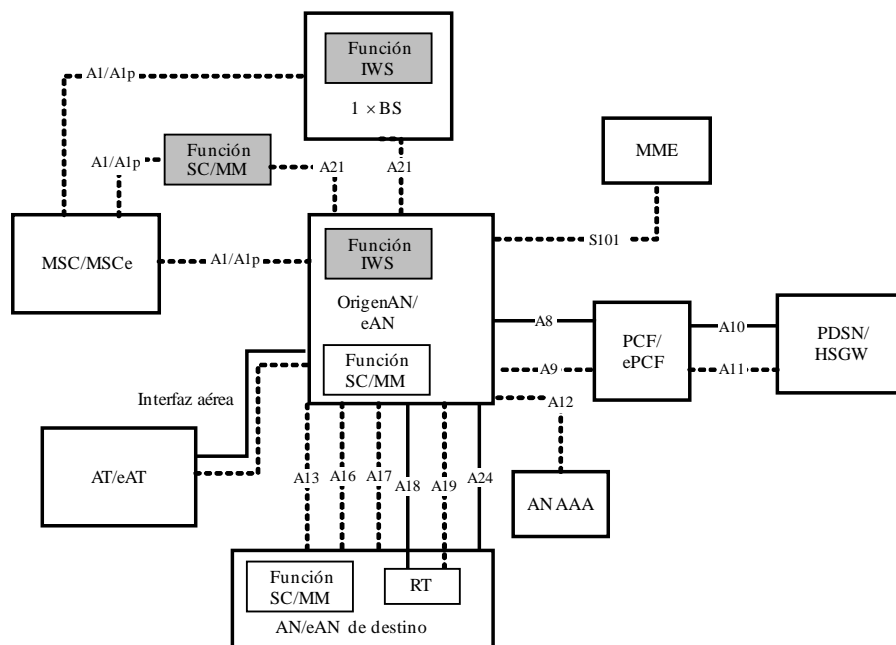
Arquitectura de las redes de acceso cdma2000 por datos de paquetes de alta velocidad evolucionada (eHRPD)

Los mensajes y flujos de llamada relativos a la especificación de interoperabilidad (IOS) eHRPD se basan en el modelo de arquitectura de referencia representado en la Figuras 8⁴⁴ y 9⁴⁵. Las líneas de trazo continuo de dichas figuras representan información de señalización y portador, y las líneas discontinuas representan únicamente información de señalización.

Los flujos de llamada eHRPD comprenden la E-UTRAN y otras entidades de acceso 3GPP (S-GW, P-GW, HSS y PCRF). Consúltense TS 23.402 [1] para obtener información sobre el modelo de arquitectura y la descripción de esas entidades de red e interfaces conexas.

FIGURA 8

Control de sesión y gestión de movilidad en la red de acceso evolucionada



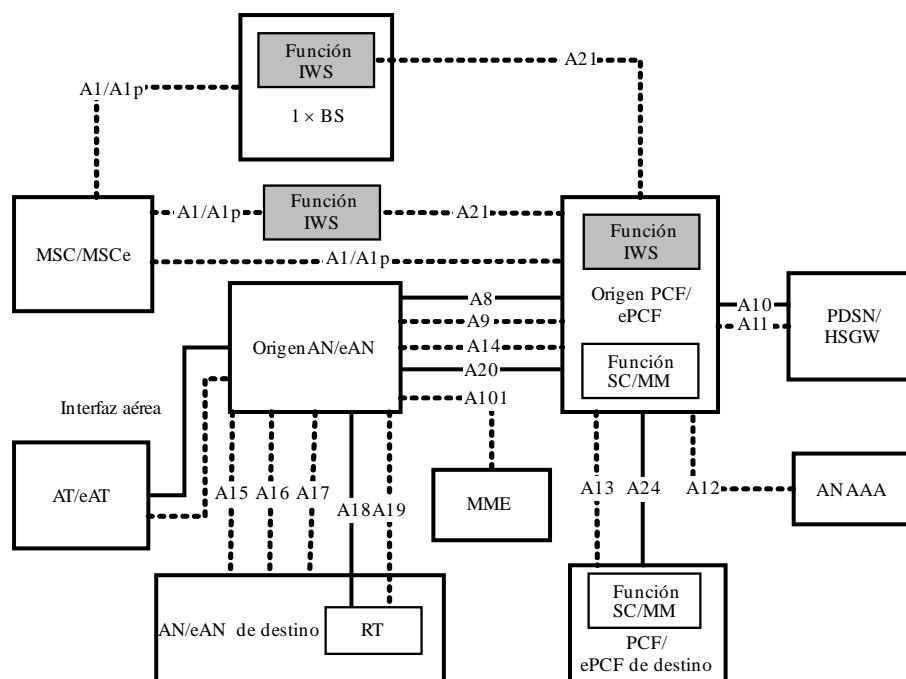
Global Trends08

⁴⁴ La función de la solución de interfaccionamiento (IWS) que se muestra en la Figura 8 puede compartir emplazamiento con la estación de base (EB) 1x o la eAN HRPD, o bien constituir una entidad autónoma. Cuando la función IWS comparte emplazamiento con la EB 1x, la interfaz A21 se soporta entre la EB 1x y la eAN HRPD y la interfaz A1/A1p se soporta entre el centro de conmutación de servicios móviles (MSC) y la EB 1x. Cuando la función IWS forma parte de la eAN HRPD, la interfaz A1/A1p entre el MSC y la eAN HRPD existe y la interfaz A21 se incluye en la eAN HRPD. Cuando la IWS es una entidad autónoma, la interfaz A1/A1p se soporta entre el MSC y la IWS, y la interfaz A21 se soporta entre la IWS y la eAN HRPD. Las funciones PDSN y HSGW pueden pertenecer a entidades físicas distintas.

⁴⁵ La función IWS que se muestra en la Figura 9 puede compartir emplazamiento con la EB 1x o la ePCF HRPD, o bien constituir una entidad autónoma. Cuando la función IWS comparte emplazamiento con la EB 1x, la interfaz A21 es soportada entre la EB 1x y la ePCF HRPD, y la interfaz A1/A1p es soportada entre el MSC y la BS 1x. Cuando la función IWS forma parte de la ePCF HRPD, existe la interfaz A1/A1p entre el MSC y la ePCF HRPD y la interfaz A21 se incluye en la ePCF HRPD. Cuando la IWS constituye una entidad autónoma, la interfaz A1/A1p se soporta entre el MSC y la IWS, y la interfaz A21 se soporta entre la IWS y la ePCF HRPD. Las funciones PDSN y HSGW pueden pertenecer a entidades físicas distintas.

FIGURA 9

Control de sesión y gestión de movilidad en la función de control de paquetes evolucionada



Global Trends09

3.3.1.1.3 IMT-2000 AMDC DDT

Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica IMT-2000 para la tecnología AMDC DDT son obra de una asociación de organizaciones de elaboración de normas (SDOs)⁴⁶. Esta interfaz radioeléctrica se denomina dúplex por división en el tiempo (DDT) del acceso radioeléctrico terrenal universal (UTRA), para la que existen tres opciones de división de tiempo, a saber, DDT de 1,28 Mchip/s (TD-SCDMA)⁴⁷, DDT de 3,84 Mchip/s y DDT de 7,68 Mchip/s. E-UTRAN DDT constituye la evolución del UTRA DDT para lograr una tecnología de acceso radioeléctrico mejorada de alta velocidad de datos, baja latencia y optimizada para la transmisión de paquetes.

La Figura 4 anterior muestra la arquitectura general de la red de acceso radioeléctrico IMT-2000 AMDC DDT. La Figura 5 muestra la arquitectura general de la red de acceso radioeléctrico E-UTRA DDT.

3.3.1.1.4 Portadora única AMDT IMT-2000

Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica IMT-2000 para la tecnología de portadora única AMDT comprenden dos variaciones, dependiendo de si se utiliza una componente de red con conmutación de circuitos TIA/EIA-41 o una componente de red con conmutación de circuitos UMTS evolucionada a GSM. En ambos casos se utiliza una componente de red con conmutación de paquetes del servicio general radioeléctrico por paquetes (GPRS) GSM común mejorado.

⁴⁶ Actualmente, estas especificaciones se elaboran en el marco del Proyecto de asociación tercera generación (3GPP) cuyas SDO participantes son la ARIB, la ATIS, la CCSA, el ETSI, la TTA y el TTC.

⁴⁷ Estas mismas siglas (TD-SCDMA) se utilizaron anteriormente en uno de los planteamientos originales que se modificó posteriormente a raíz del proceso de armonización.

Utilización de la interfaz radioeléctrica con una red con conmutación de circuitos TIA/EIA-41

Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica IMT-2000 para la tecnología de portadora única AMDT que utiliza la componente de red TIA/EIA-41 con conmutación de circuitos se definen en TIA TR45.3, con aportaciones del «Universal Wireless Communications Consortium». Esta interfaz radioeléctrica se denomina «Universal Wireless Communication-136» (UWC-136) especificada en virtud de la Norma TIA/EIA-136 de «American National Standard». Se ha elaborado con el objetivo de lograr un máximo de elementos comunes entre la TIA/EIA-136 y el GSM EDGE GPRS.

Esta interfaz radioeléctrica se diseñó para proporcionar una tecnología de transmisión radioeléctrica basada en TIA/EIA-136 (denominada 136) que cumpliera los requisitos del UIT-R para las IMT-2000. Mantiene el concepto de la comunidad AMDT de evolución desde los sistemas de primera generación a los de tercera generación, teniendo en cuenta los objetivos específicos y las metas de la comunidad AMDT para un sistema de tercera generación.

Utilización de la interfaz radioeléctrica con una componente de red con conmutación de circuitos UMTS evolucionada a GSM

Esta interfaz radioeléctrica facilita el proceso de evolución de una tecnología adicional previa a las IMT-2000 (GSM/GPRS) a una portadora única AMDT IMT-2000. Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica IMT-2000 para la tecnología de portadora única AMDT que utiliza la componente de red con conmutación de circuitos UMTS evolucionada a GSM han sido elaboradas en el marco del 3GPP y transpuestas por el Comité de tecnologías y sistemas inalámbricos (WTSC) – ATIS. La componente con conmutación de circuitos utiliza una portadora común de 200 kHz, al igual que la componente con conmutación de paquetes GPRS fase 2 mejorada GSM EDGE, utilizada por 136EHS, para proporcionar una velocidad de transmisión de datos elevada (384 kbit/s). También se soporta una nueva configuración con dos portadoras.

Componente de red con conmutación de circuitos TIA/EIA-41

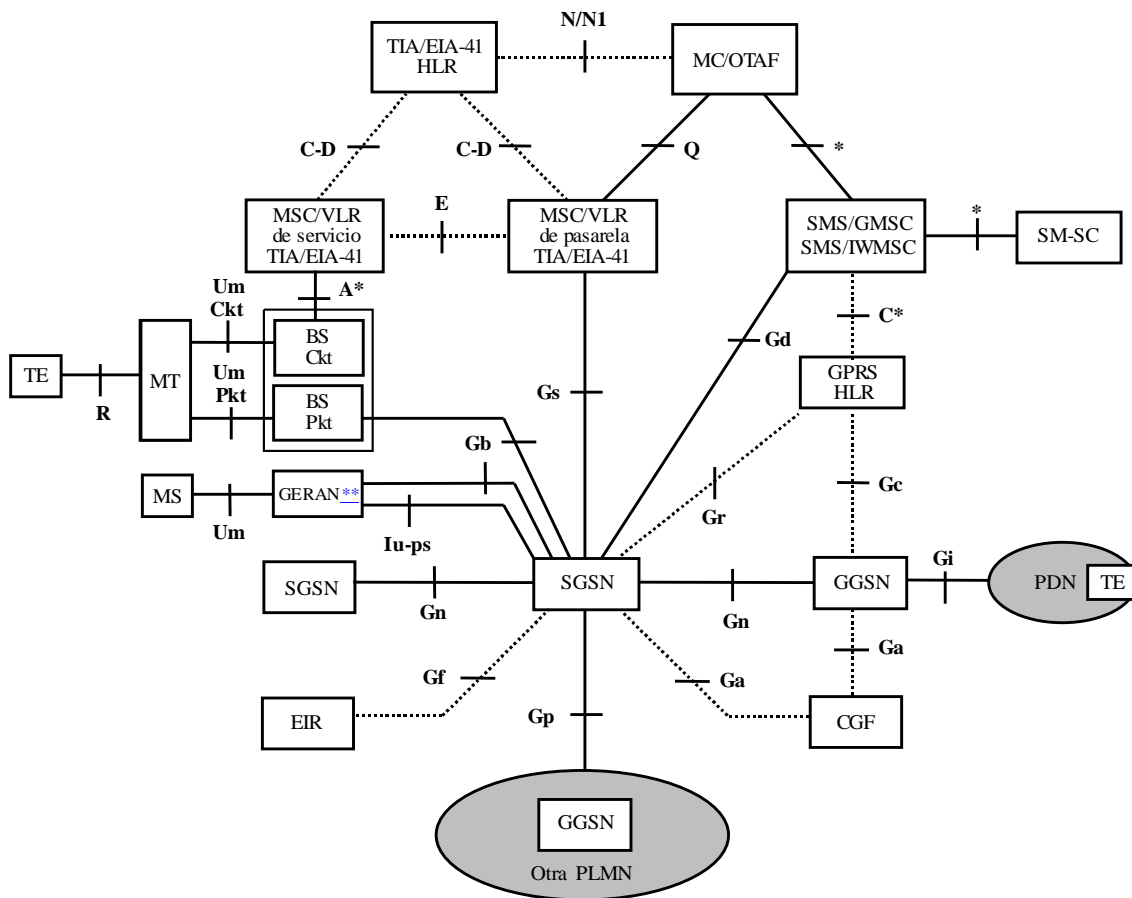
En la Figura 10 se presentan los elementos de red y los puntos de referencia conexos que integran un sistema que utiliza la componente de red con conmutación de circuitos TIA/EIA-41. El nodo primario de red TIA/EIA-41 visible para el nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN) es el centro de conmutación de servicios móviles /Registro de posición de visitantes (MSC/VLR) de la pasarela. La interfaz entre el MSC/VLR de la pasarela TIA/EIA-41 y el SGSN es la interfaz de Gs que permite la canalización de los mensajes de señalización TIA/EIA-136 entre la MS y el MSC/VLR de la pasarela. La tunelización de estos mensajes de señalización se lleva a cabo transparentemente a través del SGSN. Entre la MS y el SGSN, los mensajes de señalización se transportan utilizando la capa de protocolo de tunelización de mensajes (TOM). La TOM utiliza los procedimientos del modo LLC sin acuse de recibo para transportar los mensajes de señalización. Entre el SGSN y el MSC/VLR de la pasarela, los mensajes se transportan utilizando el protocolo BSSAP+.

Tras recibir un mensaje de señalización TIA/EIA-136 de una EM a través del protocolo TOM, el SGSN retransmite el mensaje al MSC/VLR de pasarela adecuado utilizando el protocolo BSSAP+. Al recibir un mensaje de señalización TIA/EIA-136 de un MSC/VLR de pasarela a través del protocolo BSSAP+, el SGSN retransmite el mensaje a la EM indicada utilizando el protocolo TOM.

Las EM que soportan la componente de red con conmutación de circuitos TIA/EIA-41 y los servicios de paquetes (EM de clase B136) realizan actualizaciones de emplazamiento con el sistema de circuitos enviando por túnel el mensaje de registro al MSC/VLR de la pasarela. Cuando llega una llamada a una EM determinada, el MSC/VLR de pasarela asociado al último registro busca la EM en el SGSN. La búsqueda puede ser una búsqueda intensa (no se incluye información de Capa 3 en el mensaje), en cuyo caso, el MSC/VLR y el SGSN utilizan procedimientos de búsqueda de la interfaz de Gs. Si la búsqueda del circuito no se refiere a una llamada vocal o, si se asocian parámetros adicionales a la búsqueda, el MSC/VLR envía por túnel un mensaje de búsqueda de Capa 3 a la EM. Tras recibir una indicación de búsqueda, la EM pausa la sesión de paquetes de datos y deja el canal de paquetes de datos a un DCCH adecuado. En el canal de control de paquetes va la información de radiodifusión para proporcionar a la EM una lista de DCCH candidatos. Una vez que está en un DCCH, la EM envía una respuesta de búsqueda. Los procedimientos restantes de establecimiento de la llamada, tales como los de designación del canal de tráfico, se suceden como en una situación de respuesta de búsqueda normal.

FIGURA 10

Componentes de red con conmutación de circuitos TIA/EIA-41



..... Señalización

— Señalización e interfaz de transferencia de datos

** La GERAN en este contexto agrupa los sistemas GSM, GPRS y EDGE

Notas:

- Por razones de simplificación, no se muestran todos los elementos de red TIA/EIA-41 y ETSI GPRS.
- Las interfaces señaladas con * dependen de la implantación.
- La interfaz C* se define en ETSI TS 129 002 [35].

Global Trends-10

Componente de red con conmutación de circuitos UMTS evolucionada a GSM

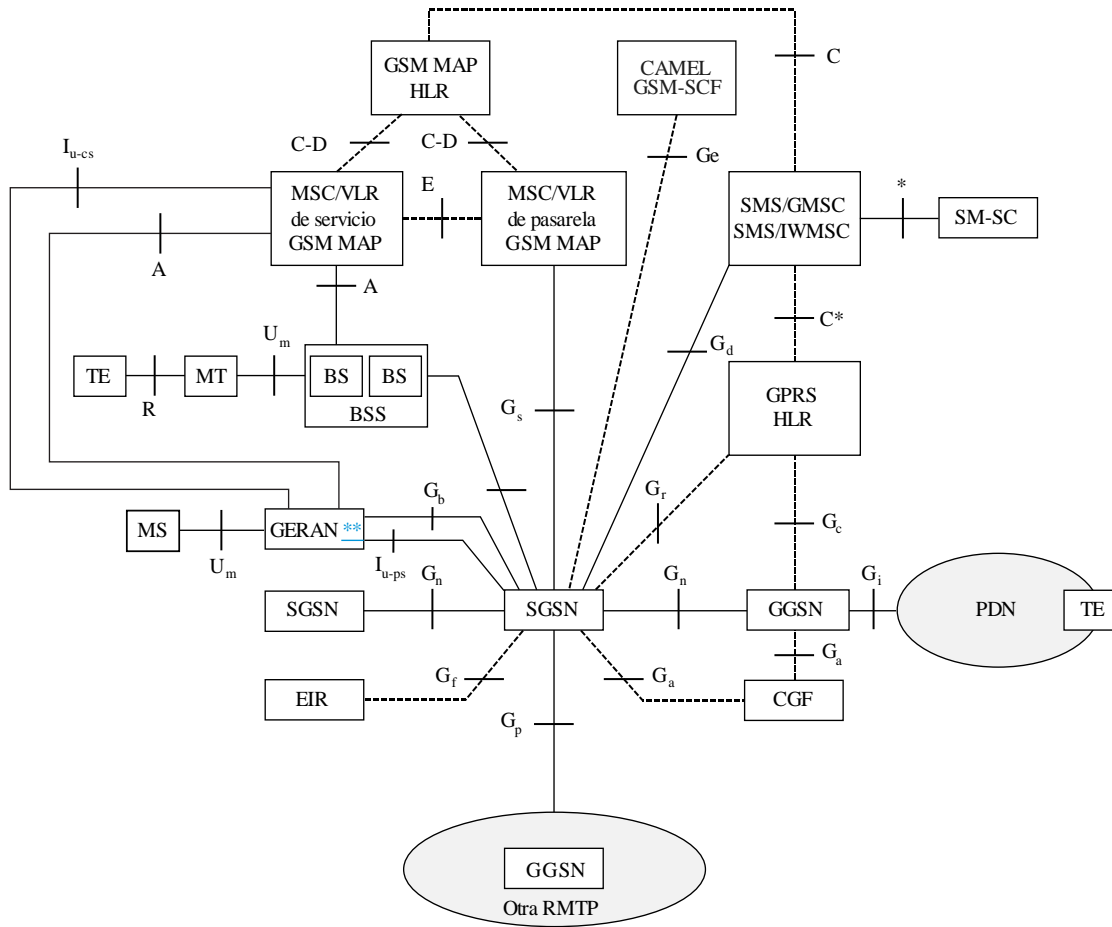
En la Figura 11 se representan los elementos de red y los puntos de referencia correspondientes que integran el sistema que utiliza la componente de red con conmutación de circuitos UMTS evolucionada a GSM junto con la componente común con conmutación de paquetes GPRS mejorada GSM EDGE o EGPRS2.

Puesto que la red AMDT-SC soporta un portador común EDGE 136EHS conectado a una red troncal GPRS mejorada central o a una red de acceso radioeléctrico GSM EDGE, así como cualquiera de las componentes con conmutación de circuitos, se soportan también las estaciones móviles y las funciones GSM EDGE relativas a las Publicaciones 5, 6, 7 y 8. Además de la interfaz Gs, se soporta la funcionalidad GSM SMS a través de la interfaz Gd⁴⁸.

⁴⁸ Por razones de simplificación, en la Figura 11 no se muestran todos los elementos de red del sistema.

FIGURA 11

Componente de red con conmutación de circuitos UMTS evolucionada a GSM



--- Señalización
 — Señalización e interfaz de transferencia de datos
 ** La GERAN en este contexto agrupa los sistemas GSM, GPRS y EDGE

Notas

- Por razones de simplificación, no se muestran todos los elementos de red TIA/EIA-41 y ETSI GPRS.
- Las interfaces señaladas con * dependen de la implantación
- La interfaz C* se define en ETSI TS 129 002 (35)

Global Trends-11

3.3.1.1.5 AMDF/AMDT en las IMT-2000

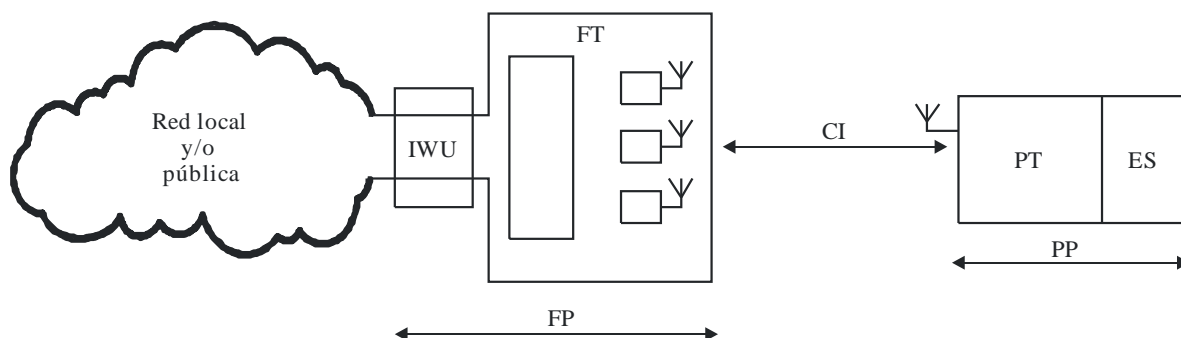
Las especificaciones de la interfaz radioeléctrica IMT-2000 para la tecnología AMDF/AMDT se definen mediante un grupo de normas ETSI. Esta interfaz radioeléctrica se denomina telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón (DECT). Esta tecnología ofrece un conjunto amplio de protocolos que da la flexibilidad necesaria para el interfuncionamiento entre numerosas aplicaciones y redes distintas. De esta manera, una red local y/o pública no entra en esta especificación. Ello se ilustra en la Figura 12.

La interfaz radioeléctrica comprende, en principio, únicamente la interfaz aérea entre la parte fija (FP) y la parte portátil (PP). La unidad de interfuncionamiento (IWU) entre una red y la terminación radioeléctrica fija (FT) es específica de la red y no entra en la especificación de la interfaz común (CI), pero las especificaciones del perfil definen las IWU para las diversas redes. De forma similar, también se excluyen el sistema terminal (ES)⁴⁹ y las aplicaciones de una PP. La especificación de la CI contiene los requisitos de la compatibilidad

⁴⁹ Un ES depende de la aplicación de un PP. Para una aplicación de telefonía, el ES puede ser un micrófono, un altavoz, un teclado y una pantalla. El ES también puede ser un puerto serie de computador, un aparato facsímil o cualquier sistema que requiera la aplicación.

general de extremo a extremo, por ejemplo, sobre transmisión vocal. La IWU y el ES están también sujetos asimismo a los requisitos de conexión general para la red pública pertinente, por ejemplo, la RTPC/RDSI.

FIGURA 12

Estructura de la interfaz común

Global Trends-12

Para cada red específica, local o global, los servicios y características específicos de dicha red se facilitan a través de la interfaz aérea a los usuarios de las PP/microteléfonos. Salvo la capacidad de funcionamiento sin cordón y la movilidad, esta norma no ofrece un servicio específico; es transparente a los servicios que ofrece la red conectada. Así pues, la norma CI es, y ha de ser, un conjunto de herramientas con protocolos y mensajes a partir de los cuales se efectúa una selección para acceder a cualquier red específica y para ofrecer los medios de éxito comercial de los sistemas residenciales sencillos, así como de los sistemas mucho más complejos, por ejemplo los servicios de oficina RDSI.

La utilización de AMDF/AMDT en las IMT-2000 es muy pertinente como medio de conexión del sistema de acceso radioeléctrico a las redes móviles. En particular, se ha especificado detalladamente el acceso a las redes GSM/UMTS que facilita la prestación de servicios GSM/UMTS a través de DECT. La multiparte TS 101 863 incluye la especificación de interfuncionamiento UMTS.

3.3.1.1.6 WMAN DDT con AMDFO IMT-2000

La interfaz radioeléctrica IMT-2000 para WMAN DDT con AMDFO se basa en la norma 802.16 del IEEE, elaborada y mantenida por el Grupo de trabajo IEEE 802.16 sobre accesos inalámbricos de banda ancha. Es publicada por la Asociación de Normas del IEEE (IEEE-SA) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

La tecnología de la interfaz radioeléctrica de la norma IEEE 802.16 es flexible y puede utilizarse para una amplia gama de aplicaciones, frecuencias de funcionamiento y entornos reglamentarios. La IEEE 802.16 incluye varias especificaciones de la capa física, una de las cuales es conocida como MAN inalámbrica-AMDFO. La WMAN DDT AMDFO es un caso especial de MAN inalámbrica-AMDFO con una interfaz radioeléctrica interoperable específica. La WMAN DDT AMDFO descrita en este documento funciona en DDT.

La interfaz radioeléctrica WMAN DDT AMDFO ha sido diseñada para transportar tráfico de paquetes, incluido tráfico IP. Es suficientemente flexible como para soportar una amplia gama de arquitecturas de red de alto nivel para uso fijo, nómada o plenamente móvil, con capacidad de traspaso. Soporta la funcionalidad adecuada para servicios de datos genéricos así como para servicios de voz y multimedia críticos en relación con el tiempo, servicios de difusión y multidifusión y servicios regulados obligatorios.

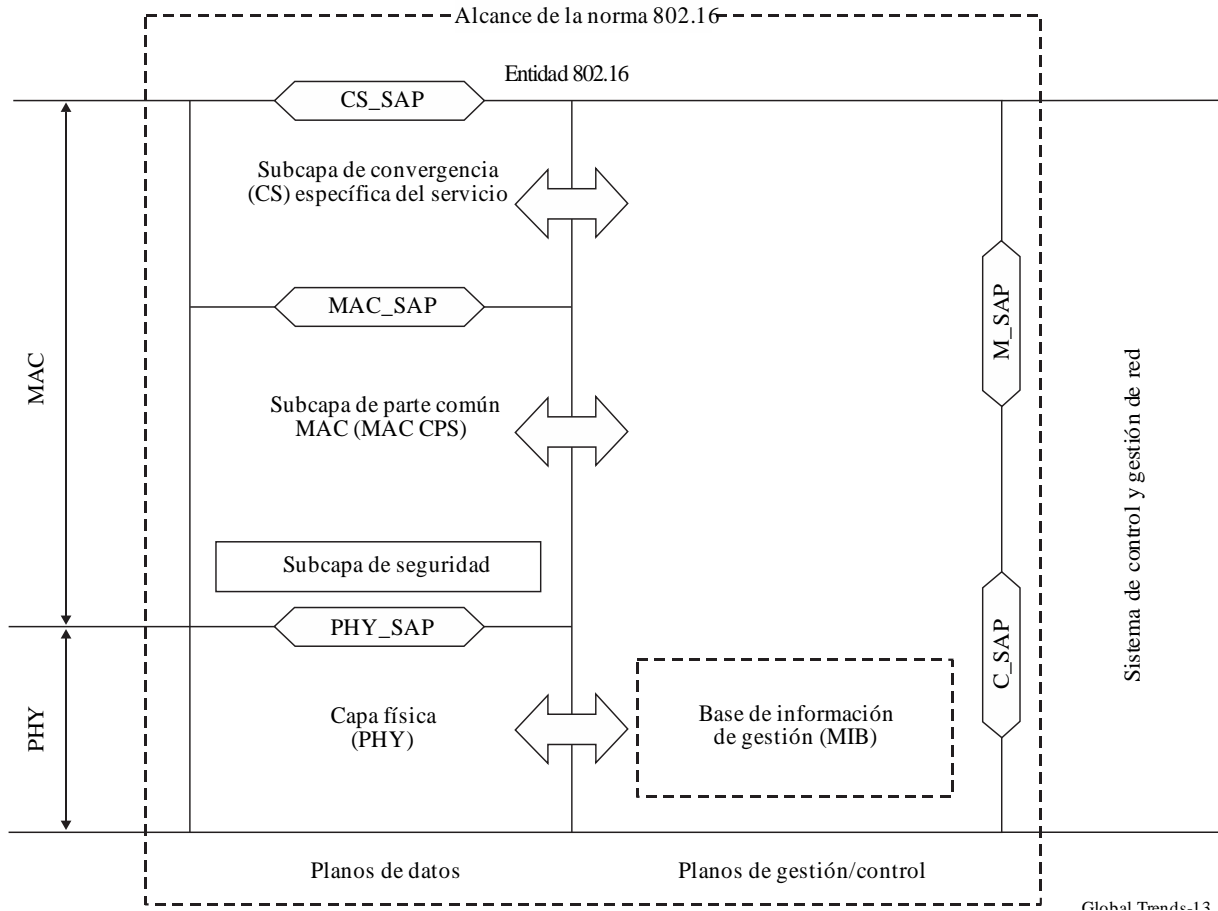
La norma de la interfaz radioeléctrica especifica las capas 1 y 2; no está incluida la especificación de las capas de red de nivel superior. Ofrece la ventaja de flexibilidad y apertura en la interfaz entre las capas 2 y 3 y permite una amplia gama de infraestructuras de red. La interfaz radioeléctrica es compatible con las arquitecturas de red definidas en la Recomendación UIT-T Q.1701. En particular, en el documento

«WiMAX End to End Network Systems Architecture Stage 2-3», del WiMAX Forum⁵⁰, se describe un diseño de arquitectura de red que optimiza la utilización de la Norma IEEE 802.16 y la interfaz radioeléctrica WMAN DDT AMDFO.

Las capas del protocolo se muestran en la Figura 13. El control de acceso al medio (MAC) comprende tres subcapas. La subcapa de convergencia (CS) específica del servicio se encarga de la transformación o asignación de los datos de la red externa, que se reciben por el punto de acceso de servicio (SAP) de la CS, para dar lugar a unidades de datos de servicio (SDU) del MAC que se transmiten a la subcapa de parte común MAC (CPS) por medio del SAP del MAC. Ello incluye la clasificación de SDU de la red externa y su asociación al identificador de flujo de servicio (SFID) MAC adecuado y al identificador de conexión (CID). También puede incluir funciones de supresión del encabezamiento de la cabida útil (PHS). Se proporcionan varias especificaciones de la CS relativas a la interfaz con varios protocolos. El formato interno de la cabida útil de la CS es específico para dicha CS, y no es necesario que la MAC CPS comprenda ni analice el formato de la información de cabida útil de la CS.

FIGURA 13

Capas del protocolo de la interfaz radioeléctrica WMAN DDT AMDFO, en las que se muestran los puntos de acceso de servicio (SAP)



La MAC CPS proporciona la funcionalidad medular del MAC con respecto al acceso al sistema, la atribución de anchura de banda y el establecimiento y mantenimiento de la conexión. Recibe datos de varias CS por medio de la MAC SAP, que se clasifican con arreglo a conexiones MAC específicas.

⁵⁰ WiMAX End to End Network Systems Architecture Stage 2-3, disponible en <http://www.wimaxforum.org/technology/documents/>.

3.3.1.2 IMT-Avanzadas

3.3.1.2.1 LTE-Avanzada

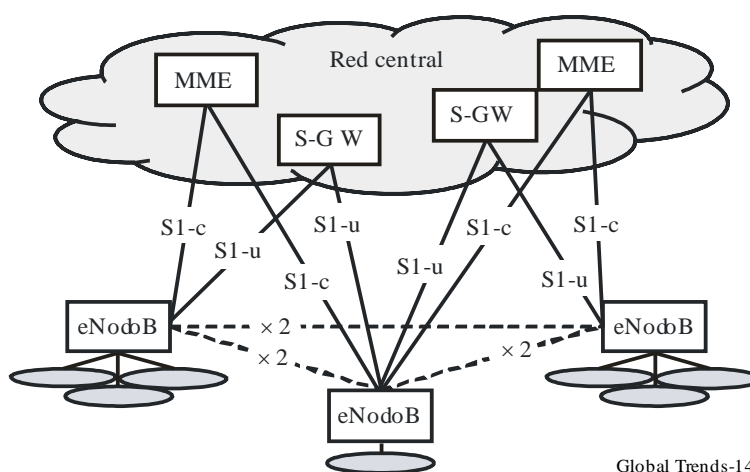
La red de acceso radioeléctrico LTE-Avanzada tiene una arquitectura plana con un único tipo de nodo, el eNodoB, que se encarga de todas las funciones relacionadas con las radiocomunicaciones en una o varias células. El eNodoB se conecta a la red central por medio de la interfaz S1, más concretamente a la pasarela de servicio (S-GW) por medio de la parte del plano de usuario, S1-u, y a la Entidad de gestión de la movilidad (MME) por medio de la parte del plano de control, S1-c. Un eNodoB puede actuar de interfaz con varias MME/S-GW a los efectos de repartir la carga y evitar la redundancia.

La interfaz X2, que conecta los eNodoB entre sí, se utiliza principalmente para dar soporte a la movilidad en modo activo. Esta interfaz también puede utilizarse para funciones de gestión de recursos radioeléctricos (RRM) multicelular, por ejemplo la coordinación de interferencias entre células (ICIC). La interfaz X2 se utiliza también para dar soporte a la movilidad sin pérdidas entre células vecinas por medio del reenvío de paquetes.

La coordinación de interferencias entre células, que consiste en el intercambio de información entre células vecinas para ayudar a reducir las interferencias en la planificación, se soporta para las RIT. La ICIC puede utilizarse en instalaciones homogéneas de células no superpuestas con potencias de transmisión semejantes, así como en instalaciones heterogéneas en las que una célula de mayor potencia se superpone a un nodo de menor potencia, o a varios. Las interfaces de la red de acceso radioeléctrico de la LTE-Avanzada se muestran en la Figura 14.

FIGURA 14

Interfaces de la red de acceso radioeléctrico



Global Trends-14

3.3.1.2.2 MAN Inalámbrica-Avanzada

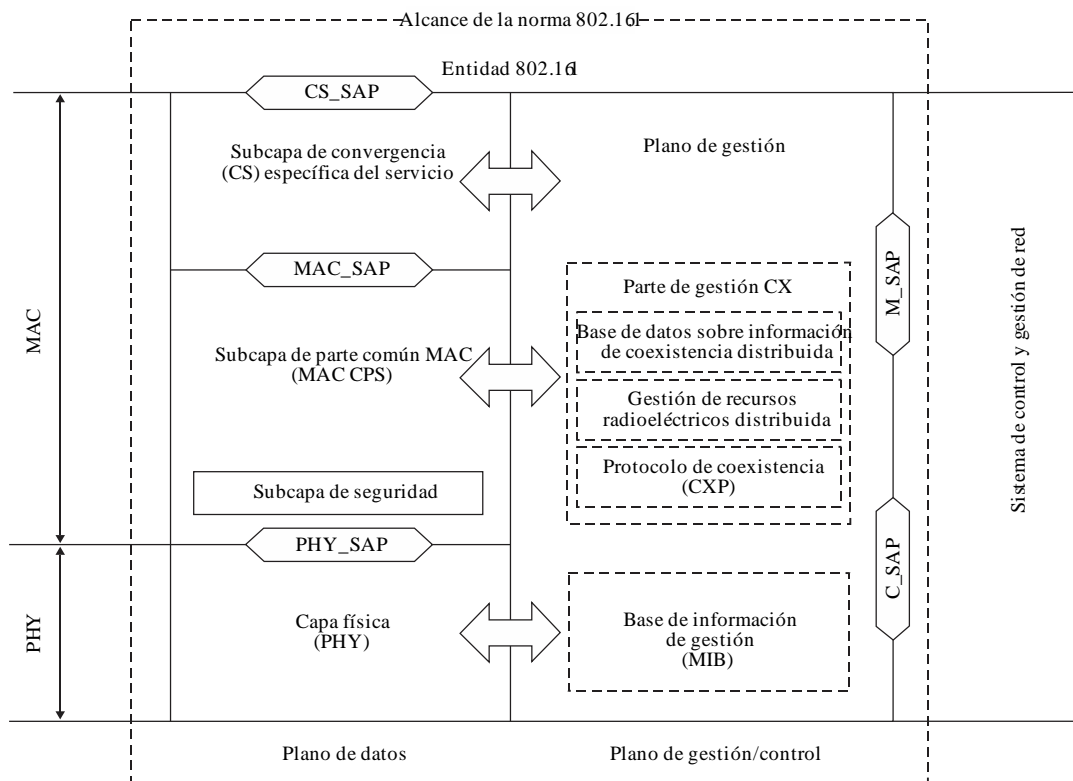
La interfaz radioeléctrica para la MAN Inalámbrica-Avanzada se basa en la norma 802.16.1 del IEEE, elaborada y mantenida por el Grupo de trabajo IEEE 802.16 sobre accesos inalámbricos de banda ancha. Dicha norma la publica la Asociación de Normas del IEEE (IEEE-SA) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

En la Figura 15 se muestran las capas del protocolo de la norma IEEE 802.16.1-2012. La subcapa de parte común (CPS) del control de acceso al medio (MAC) proporciona la funcionalidad medular del MAC relativa al acceso al sistema, la atribución de anchura de banda y el establecimiento y mantenimiento de la conexión. Recibe los datos de varias subcapas de convergencia (CS) por el punto de acceso de servicio (SAP) del MAC, con arreglo a conexiones MAC específicas. La calidad del servicio se aplica a la transmisión y programación de datos en la capa física (PHY). El MAC contiene asimismo una subcapa independiente que desempeña funciones de autenticación, intercambio de clave segura y cifrado. Los datos, la información sobre el control

en la PHY y los datos estadísticos se transmiten entre la CPS del MAC y la PHY a través del SAP PHY. El MAC comprende tres subcapas. La CS de servicio se encarga de la transformación o asignación de los datos de la red externa, que se reciben por el punto de acceso de servicio de la CS, para dar lugar a unidades de datos de servicio (SDU) del MAC, que se transmiten a la CPS del MAP por medio del SAP del MAC. Ello incluye la clasificación de SDU de la red externa y su asociación al identificador de flujo de servicio (SFID) MAC adecuado, y en el caso de una estación de base avanzada (ABS) o una estación móvil avanzada (AMS), a los identificadores de estación y de flujo combinados (STID + FID). También puede incluir funciones de supresión del encabezamiento de la cabida útil (PHS). Se proporcionan varias especificaciones de la CS relativas a la interfaz con varios protocolos. El formato interno de la cabida útil de la CS es específico para dicha CS, y no es necesario que la MAC CPS comprenda el formato, ni lo analice, de la información de la cabida útil de la CS.

FIGURA 15

Capas del protocolo IEEE 802.16, en las que se muestran los puntos de acceso de servicio (SAP)



Global Trends-15

3.3.2 Red medular y normas de las IMT

3.3.2.1 Recomendación UIT-T Q.1741.7: Referencias de las IMT 2000 a la versión 10 de la red medular del Sistema de telecomunicaciones móviles universales (UMTS) derivada del Sistema mundial para comunicaciones móviles (GSM)

En esta Recomendación se identifica el miembro de la familia de los sistemas de las IMT-2000 «Red medular del Sistema de telecomunicaciones móviles universales (UMTS) derivada del Sistema global para comunicaciones móviles (GSM)», que corresponde a la versión 10 del 3GPP.

Las interfaces de la red medular identificadas en la presente Recomendación UIT-T Q.1741 y las interfaces radioeléctricas, así como las interfaces de acceso radioeléctrico identificadas en la Rec. UIT-R M.1457, constituyen una especificación completa del sistema de este miembro de la familia IMT-2000.

Esta Recomendación incluye 380 características definitorias pertinentes a nivel de red que pueden utilizarse para brindar al lector el significado preciso de algunos términos.

En la presente Recomendación también se definen los términos relativos a la red medular, muchos de los cuales se basan en las definiciones proporcionadas en la cláusula 2 de la Recomendación UIT-T Q.1741.8.

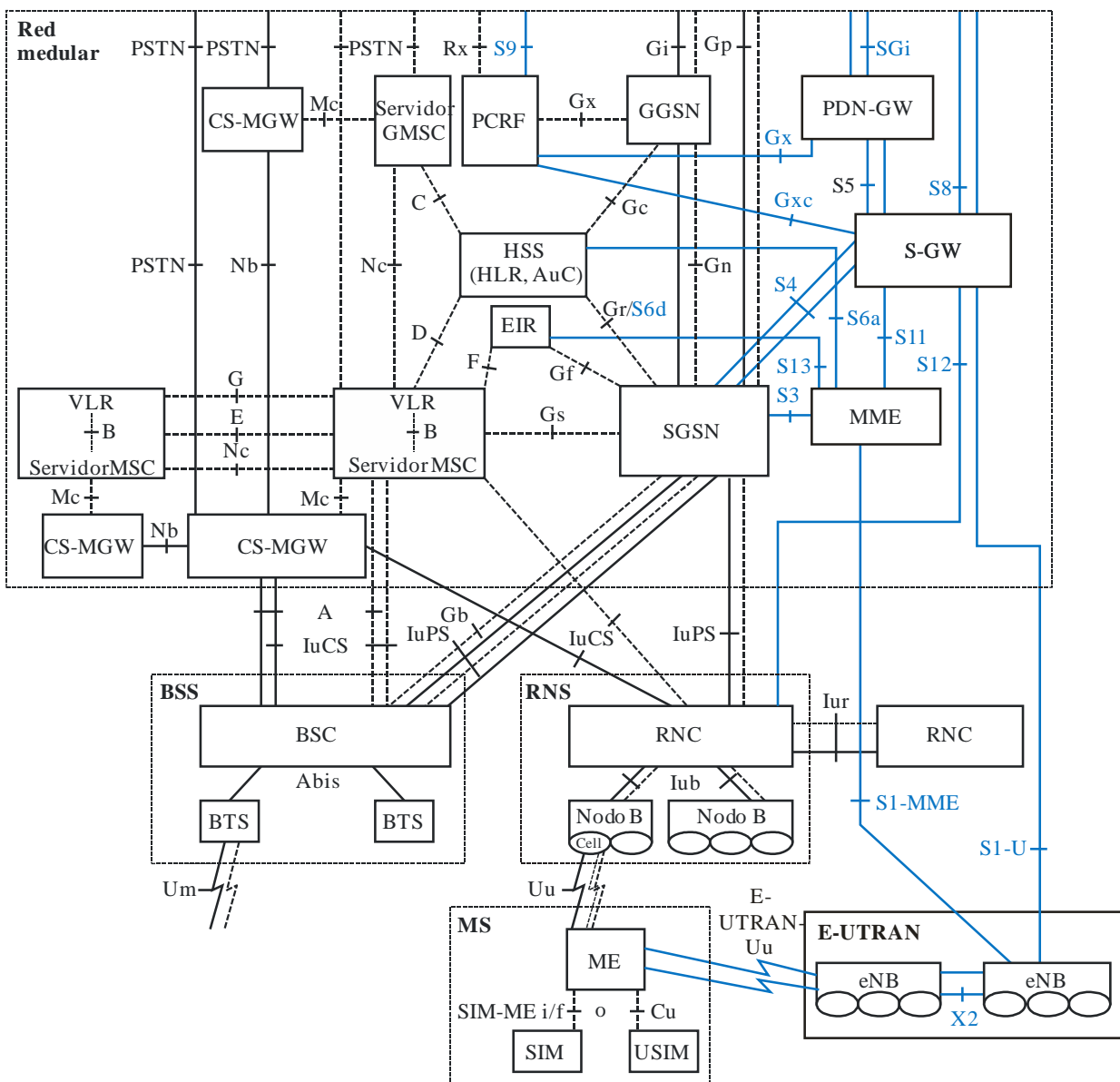
La red medular correspondiente a la versión 10 del 3GPP soporta redes de acceso radioeléctrico de las IMT-2000 o de las IMT-Avanzadas, según corresponda.

En la Figura 16 se muestra la configuración básica de una red móvil terrestre pública (RMTP) que soporta el dominio PS (GPRS y EPC) y la interconexión con la RTPC/RDSI y la RPD. Esta configuración presenta las interfaces de señalización y de tráfico de usuario que pueden darse en una RMTP.

En consecuencia, todas las interfaces en la RMTP son externas. En esta Recomendación sólo se describen las interfaces internas en la red medular (CN) y las interfaces externas desde y hasta la CN.

FIGURA 16

Configuración básica de una RMTP con acceso 3GPP que soporta servicios e interfaces con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes (mediante GPRS y EPS)



NOTA – Las interfaces en color azul representan funciones y puntos de referencia EPS.

3.3.2.2 **Recomendación UIT-T Q.1742.11 – Referencias IMT-2000 (3GPP2 hasta el 31 de diciembre de 2012) a la red medular desarrollada ANSI-41 con red de acceso cdma2000.**

La presente Recomendación identifica al miembro de la familia IMT-2000 «Red medular desarrollada ANSI-41 con red de acceso cdma2000».

Las interfaces de la red medular identificadas en la presente Recomendación y las interfaces radioeléctricas e interfaces de red de acceso radioeléctrico identificadas en la Rec. UIT-R M.1457-5 constituyen una especificación completa del sistema para este miembro de la familia IMT-2000.

La red medular para cdma2000 se basa en un sistema móvil de segunda generación evolucionado ANSI-41. La elaboración de las especificaciones técnicas de la red medular ha tenido lugar en un proyecto de asociación de la tercera generación (aprobado en el marco del 3GPP2 el 31 de diciembre de 2006) y ha sido retomada por las organizaciones regionales de elaboración de normas (SDO) participantes. El sistema soporta varias aplicaciones, que abarcan comunicaciones de banda estrecha o banda ancha con movilidad personal y de terminal a fin de satisfacer las necesidades de los usuarios y los servicios.

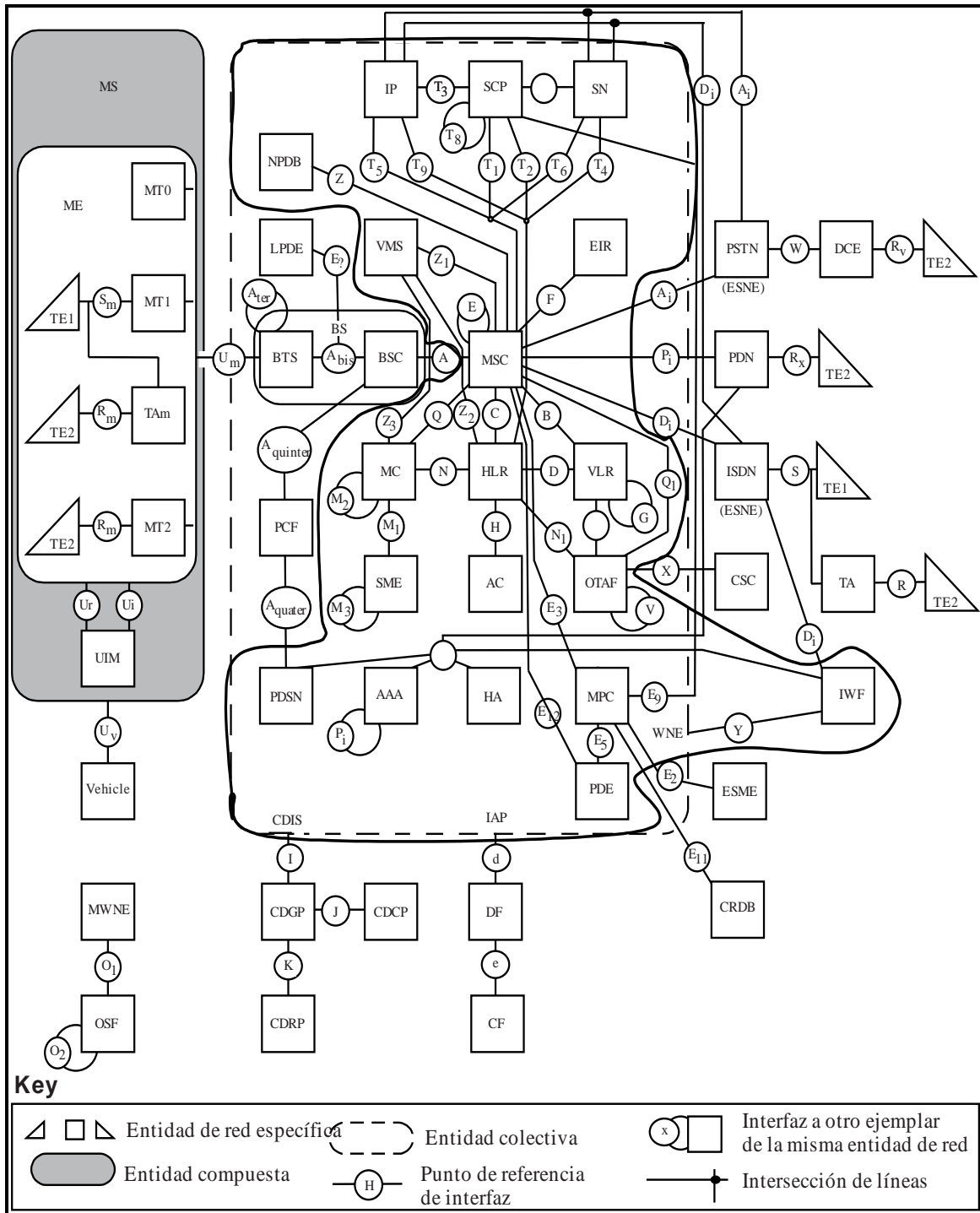
La Recomendación incluye 56 características descriptivas pertinentes a nivel de red que pueden utilizarse para brindar al lector el significado preciso de algunos términos.

La arquitectura básica para la red medular desarrollada ANSI-41 con la red de acceso cdma2000, que es uno de los miembros de esta familia de sistemas, comprende una red medular por circuitos y por paquetes, y un dominio de multimedia exclusivamente IP.

En la Figura 17 se presentan las entidades de red y los puntos de referencia asociados que forman la red medular desarrollada ANSI-41 con la red de acceso cdma2000. Las entidades de red se representan mediante cuadrados, triángulos y rectángulos redondeados; los puntos de referencia son representados por círculos. El modelo de referencia de red de esta Recomendación es la recopilación de varios modelos de referencia actualmente en uso.

FIGURA 17

Modelo de referencia de la red medular desarrollada ANSI-41 con la red de acceso cdma2000



NOTA – La parte de la figura en el contorno grueso es la red medular.

AAA	Autenticación, autorización y administración	MC	Centro de mensajes
AC	Centro de autenticación	ME	Equipo móvil
BS	Estación de base (EB)	MPC	Centro de posición móvil
BSC	Controlador de estaciones de base	MS	Estación móvil (EM)
BTS	Sistema transceptor de base	MSC	Centro de conmutación de servicios móviles
CDCP	Punto de recopilación de datos de llamada	MT	Terminal móvil
CDGP	Punto de generación de datos de llamada	MWNE	Entidad de red inalámbrica gestionada
CDIS	Fuente de información de datos de llamada	NPDB	Base de datos de portabilidad de número
CDRP	Punto de tasación de datos de llamada	OSF	Función del sistema de operaciones
CF	Función de recopilación	OTAF	Función de aprovisionamiento de servicio durante la comunicación
CRDB	Base de datos de encaminamiento coordinados	PCF	Función de control de paquetes
CSC	Centro de atención al cliente	PDE	Entidad de determinación de posición
DCE	Equipo del circuito de datos	PDN	Red de datos en paquetes
DF	Función de entrega	PDSN	Nodo servidor de datos por paquetes
EIR	Registro de identidades de equipo	PSTN	Red telefónica pública conmutada (RTPC)
ESME	Entidad de mensajes de servicios de emergencia	SCP	Punto de control de servicio
ESNE	Entidad de red de servicios de emergencia	SN	Nodo de servicio
HA	Agente propio	SME	Entidad de mensajes cortos
HLR	Registro de posiciones propio	TA	Adaptador de terminal
IAP	Punto de acceso de interceptación	TE	Equipo terminal
IIF	Función de interfuncionamiento e interoperabilidad	UIM	Módulo de identidad de usuario
IP	Periférico inteligente	VLR	Registro de posición de visitantes
ISDN	Red digital de servicios integrados	VMS	Sistema de mensajería vocal
IWF	Función de interfuncionamiento	WNE	Entidad de red inalámbrica
LPDE	Entidad de determinación de posición local	WPSC	Centro de servicios prioritarios inalámbricos
LNS	Servidor de red L2TP (protocolo de tunelización de la capa 2)		

Además del modelo de referencia anteriormente mencionado, en esta Recomendación también se describen los siguientes modelos de arquitectura de red medular:

- MMD IP (dominio multimedia)
- Subsistema de datos por paquete (PDS)
- Subsistema de sesión multimedia IP (IMS).

3.3.3 Colaboración y proceso de trabajo para la elaboración de las especificaciones de las interfaces radioeléctricas de las IMT

El desarrollo del sistema de las IMT a nivel mundial y las especificaciones de las interfaces radioeléctricas de las IMT definidas en las Recomendaciones UIT-R M.1457 para las IMT-2000 y UIT-R M.2012 para las IMT- Avanzadas han sido elaboradas por la UIT en colaboración con organizaciones proponentes de la tecnología de las interfaces radioeléctricas, con proyectos de asociación mundial y organizaciones de elaboración de normas (SDO), y han sido aprobadas posteriormente por los Estados Miembros de la UIT.

El UIT-R ha proporcionado el marco y los requisitos mundiales y generales y ha elaborado las especificaciones básicas a nivel mundial conjuntamente con esas organizaciones, según se documenta en las Recomendaciones UIT-R M.1457 y M.2012. La normalización de forma pormenorizada se ha llevado a cabo con la organización⁵¹ externa reconocida coordinada que adapta las especificaciones básicas internacionales contenidas en esas Recomendaciones a sus propias normas detalladas publicadas, a fin de garantizar la aplicación y la uniformidad de las IMT a escala mundial.

Este enfoque de normalización conjunta se rige por la Resolución 9 del UIT-R (*Coordinación y colaboración con otras organizaciones interesadas, en particular la ISO y la CEI*) y la Resolución UIT-57 (*Principios para el proceso de desarrollo de las IMT-Avanzadas*).

Mediante la Resolución UIT-R 57 se han sentado las bases para el establecimiento de un conjunto de procedimientos⁵² bien definidos en el UIT-R con objeto de abordar el proceso y las actividades identificadas para la elaboración de las Recomendaciones⁵³ sobre la interfaz radioeléctrica de las componentes terrenales de las IMT. Ese conjunto de procedimientos incluye el anuncio de una convocatoria de propuestas de nuevas interfaces radioeléctricas y de actualización de interfaces radioeléctricas existentes, la preparación de Recomendaciones e Informes del UIT-R para definir los requisitos mínimos de las IMT terrenales, los procesos de presentación y de evaluación, y la elaboración pormenorizada de las propias especificaciones de interfaz radioeléctrica. Se han definido plazos específicos para cada etapa del proceso.

Este enfoque ha permitido una colaboración eficaz y eficiente con las organizaciones externas que participan en el desarrollo de las IMT y contribuye sustancialmente a la planificación, organización y gestión del trabajo en el UIT-R y en las organizaciones externas, y redunda en una oportuna mejora de las IMT. Este mecanismo satisfactorio se aplica actualmente con miras al desarrollo futuro de los sistemas IMT posteriores a las IMT-Avanzadas en el marco de la labor que lleva a cabo el UIT-R⁵⁴.

3.4 Técnicas para facilitar la itinerancia

La itinerancia se facilita mediante:

- 1) la utilización de las bandas de frecuencia identificadas para las IMT en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR);
- 2) las disposiciones de frecuencias que figuran la Recomendación UIT-R M.1036 «Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) para las IMT», (03/2012), en la que se proporcionan directrices sobre la selección de disposiciones de frecuencias de transmisión y recepción aplicables a la componente terrenal de los sistemas IMT;

⁵¹ Una «organización reconocida» se define en este contexto como una SDO reconocida con capacidad legal, secretaría permanente, representantes designados, y métodos de trabajo transparentes, equitativos y bien documentados.

⁵² El UIT-R ha publicado varias páginas web para documentar el [proceso de presentación y evaluación de información de las IMT-2000](#) y el [proceso de presentación y evaluación de información sobre las IMT-Avanzadas](#) en lo concerniente a la elaboración y/o revisión de las correspondientes Recomendaciones del UIT-R sobre las componentes terrenales de las interfaces radioeléctricas de las IMT.

⁵³ Los procedimientos definidos en la serie de documentos «[IMT-ADV](#)» sobre las IMT-Avanzadas, así como la Resolución UIT-R 57, se han aplicado recientemente a las actividades de mejora de las IMT-2000 que tienen lugar desde el año 2013, según se define en la serie de documentos «[IMT-2000](#)». La adopción de un conjunto común de procedimientos para las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas contribuye asimismo a seguir mejorando y simplificando la gestión del trabajo en el UIT-R y en las organizaciones externas pertinentes para el desarrollo de las IMT.

⁵⁴ Véase [«La UIT hacia las IMT en 2020 y después»](#).

- 3) la utilización de las bandas de funcionamiento del 3GPP que se definen en el Cuadro 5.5-1 de 3GPP TS 36.101 http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/36_series/36.101/36101-c60.zip [2], en el Cuadro 5.0 de 3GPP TS 25.101 http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.101/25101-c60.zip [3] y en la sección 5.2 de la especificación técnica 3GPP TS 25.102 http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.102/25102-c00.zip [4]⁵⁵; y
- 4) la utilización de la banda de funcionamiento 3GPP2 que se define en el Cuadro 1.5-1 relativa a la especificación de la clase de banda 3GPP2 C.S0057 http://www.3gpp2.org/public_html/specs/C.S0057-E_v1.0_Bandclass Specification.pdf[5]⁵⁶.

Cabe señalar que la tecnología utilizada para un sistema y su conformidad con las especificaciones y normas recomendadas en la Recomendación UIT-R M.1457 determinan la pertenencia de dicho sistema a las IMT-2000, y que en virtud de la Recomendación UIT-R M.2012 se establece la pertenencia del sistema a las IMT-Avanzadas con independencia de la banda de frecuencias de funcionamiento, a tenor de lo señalado en el considerando k) de la Recomendación ITU-R M.1580. Por otro lado, las disposiciones armonizadas de frecuencias en relación con las bandas identificadas para las IMT se definen en la Recomendación UIT-R M.1036, en la que también se señala que ciertas administraciones pueden desplegar sistemas IMT-2000 en bandas que no sean las identificadas para las IMT en el RR, como se especifica en el considerando l) de la Recomendación anteriormente mencionada.

4 Espectro de las IMT

4.1 Espectro internacional identificado para las IMT

En la Edición de 2012 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) se identifican varias bandas de frecuencias para las IMT. La Recomendación UIT-R M.1036 proporciona directrices sobre la selección de disposiciones de frecuencias de transmisión y recepción aplicables a la componente terrenal de los sistemas IMT, con el objetivo de servir de ayuda a las administraciones en aspectos técnicos relativos al espectro que sean pertinentes para la implementación y utilización de la componente terrenal de IMT en las bandas de frecuencias identificadas en el RR.

En la Edición 2012 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) se han identificado las bandas atribuidas a las IMT que figuran en el Cuadro 1 siguiente. Esa identificación no impide que estas bandas se utilicen para cualquier aplicación de los servicios a los que se han atribuido o identificado, ni establece prioridad alguna al respecto en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Cabe señalar que cada banda está sujeta a disposiciones reglamentarias diferentes. Las variaciones regionales para cada banda se describen en las notas aplicables a cada banda, como se muestra en el Cuadro 1.

⁵⁵ Cabe señalar que algunas bandas normalizadas en el marco del 3GPP no se han identificado para las IMT y que no forman parte de las disposiciones de frecuencias armonizadas de la Recomendación UIT-R M.1036.

⁵⁶ Cabe señalar que algunas bandas normalizadas en el marco del 3GPP2 no se han identificado para las IMT y que no forman parte de las disposiciones de frecuencias armonizadas de la Recomendación UIT-R M.1036.

CUADRO 1

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

Por otra parte, las administraciones pueden instalar sistemas IMT en bandas distintas de las identificadas en el RR, y pueden desplegar sistemas IMT sólo en algunas bandas, o en parte de las mismas, identificadas para las IMT en el RR.

4.2 Disposiciones de frecuencias

Las disposiciones de frecuencias sobre las IMT que figuran en la Recomendación UIT-R M.1036 se proporcionan con objeto de permitir la utilización más eficiente y eficaz del espectro para la provisión de servicios IMT, al tiempo que se minimiza el impacto sobre otros sistemas o servicios en dichas bandas, y se facilita el desarrollo de los sistemas IMT.

Las disposiciones de frecuencias recomendadas para la implantación de las IMT en las bandas enumeradas en el Cuadro 1 se amplían en los Cuadros 2 a 7 sobre la base de la Recomendación UIT-R M.1036⁵⁷.

CUADRO 2

Disposiciones de frecuencias en la banda 450-470 MHz

Disposiciones de frecuencias	Disposiciones apareadas				Disposiciones no apareadas (por ejemplo para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
D1	450,000-454,800	5,2	460,000-464,800	10	Ninguna
D2	451,325-455,725	5,6	461,325-465,725	10	Ninguna
D3	452,000-456,475	5,525	462,000-466,475	10	Ninguna
D4	452,500-457,475	5,025	462,500-467,475	10	Ninguna
D5	453,000-457,500	5,5	463,000-467,500	10	Ninguna
D6	455,250-459,975	5,275	465,250-469,975	10	Ninguna
D7	450,000-457,500	5,0	462,500-470,000	12.5	Ninguna

⁵⁷ La revisión de la Recomendación M.1036 está en curso; véase la versión más reciente adoptada de los Cuadros 2 a 7 en <http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1036/en> ⁵⁸ La expresión «IMT-2020» es una terminología reservada y se espera fijar el nombre específico que se adoptará para el desarrollo futuro de las IMT en la Asamblea de Radiocomunicaciones de 2015.

CUADRO 2 (Fin)

Disposiciones de frecuencias	Disposiciones apareadas				Disposiciones no apareadas (por ejemplo para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
D8					450-470 TDD
D9	450,000-455,000	10,0	465,000-470,000	15	457,500-462,500 TDD
D10	451,000-458,000	3,0	461,000-468,000	10	Ninguna
D11	450,500-457,500	3,0	460,500-467,500	10	None

CUADRO 3

Disposiciones apareadas de frecuencias en la banda 698-960 MHz

Disposiciones de frecuencias	Disposiciones apareadas				Disposiciones no apareadas (por ejemplo para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
A1	824-849	20	869-894	45	Ninguna
A2	880-915	10	925-960	45	Ninguna
A3	832-862	11	791-821	41	Ninguna
A4	698-716	12	728-746	30	716-728
	776-793	13	746-763	30	
A5	703-748	10	758-803	55	Ninguna
A6	Ninguna	Ninguna	Ninguna		698-806

CUADRO 4

Disposiciones de frecuencias en la banda 1 710-2 200 MHz

Disposiciones de frecuencias	Disposiciones apareadas				Disposiciones no apareadas (por ejemplo para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
B1	1 920-1 980	130	2 110-2 170	190	1 880-1 920; 2 010-2 025
B2	1 710-1 785	20	1 805-1 880	95	Ninguna
B3	1 850-1 910	10	1 930- 1 990	80	1 920-1 930
B4 (armonizado con B1 y B2)	1 710-1 785	20	1 805-1 880	95	1 880-1 920; 2 010-2 025
	1 920-1 980	130	2 110-2 170	190	
B5 (armonizado con B3 y parcialmente con B1 y B2)	1 850-1 910	10	1 930- 1 990	80	1 920-1 930
	1 710-1 770	340	2 110-2 170	400	

CUADRO 5

Disposiciones de frecuencias en la banda 2 300-2 400 MHz

Disposiciones de frecuencias	Disposiciones apareadas				Disposiciones no apareadas (por ejemplo para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
E1					2 300-2 400 TDD

CUADRO 6

Disposiciones de frecuencias en la banda 2 500-2 690 MHz (excluida la componente de satélite)

Disposiciones de frecuencias	Disposiciones apareadas					Disposiciones no apareadas (por ejemplo, para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	Uso de separación central	
C1	2 500-2 570	50	2 620-2 690	120	TDD	2 570-2 620 TDD
C2	2 500-2 570	50	2 620-2 690	120	FDD	2 570-2 620 FDD DL externo
C3	FDD/TDD Flexible					

CUADRO 7

Disposiciones de frecuencias	Disposiciones apareadas				Disposiciones no apareadas (por ejemplo, para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
F1					3 400-3 600
F2	3 410-3 490	20	3 510-3 590	100	Ninguna

Puede consultarse información adicional en la Recomendación UIT-R M.1036 «Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas determinadas para las IMT en el Reglamento de Radiocomunicaciones».

4.3 Métodos de estimación de las necesidades de espectro para las IMT

La metodología de estimación de las necesidades de espectro para las IMT se describe en la Recomendación UIT-R M.1768-1 «Metodología para el cálculo de los requisitos de espectro de la componente terrenal de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales». En el Informe UIT-R M.2290 sobre la estimación de las necesidades de espectro futuras para las IMT terrenales se proporciona información a escala mundial en relación con esas necesidades. Los parámetros en los que se basa este Informe no son específicos de un país en concreto. En algunos países, los requisitos de espectro pueden ser inferiores a la estimación más baja, y en

otros, dichos requisitos pueden ser superiores a la estimación más elevada (véase el Anexo 4 al Informe UIT-R M.2290: Resumen de requisitos nacionales de espectro en determinados países). La metodología explicada en la Recomendación y utilizada en este Informe puede emplearse para estimar el total de requisitos de espectro para las IMT en un determinado país sólo si se sustituyen todos los valores de parámetros utilizados por los valores correspondientes a ese país en concreto (como se indica en la exposición de la metodología).

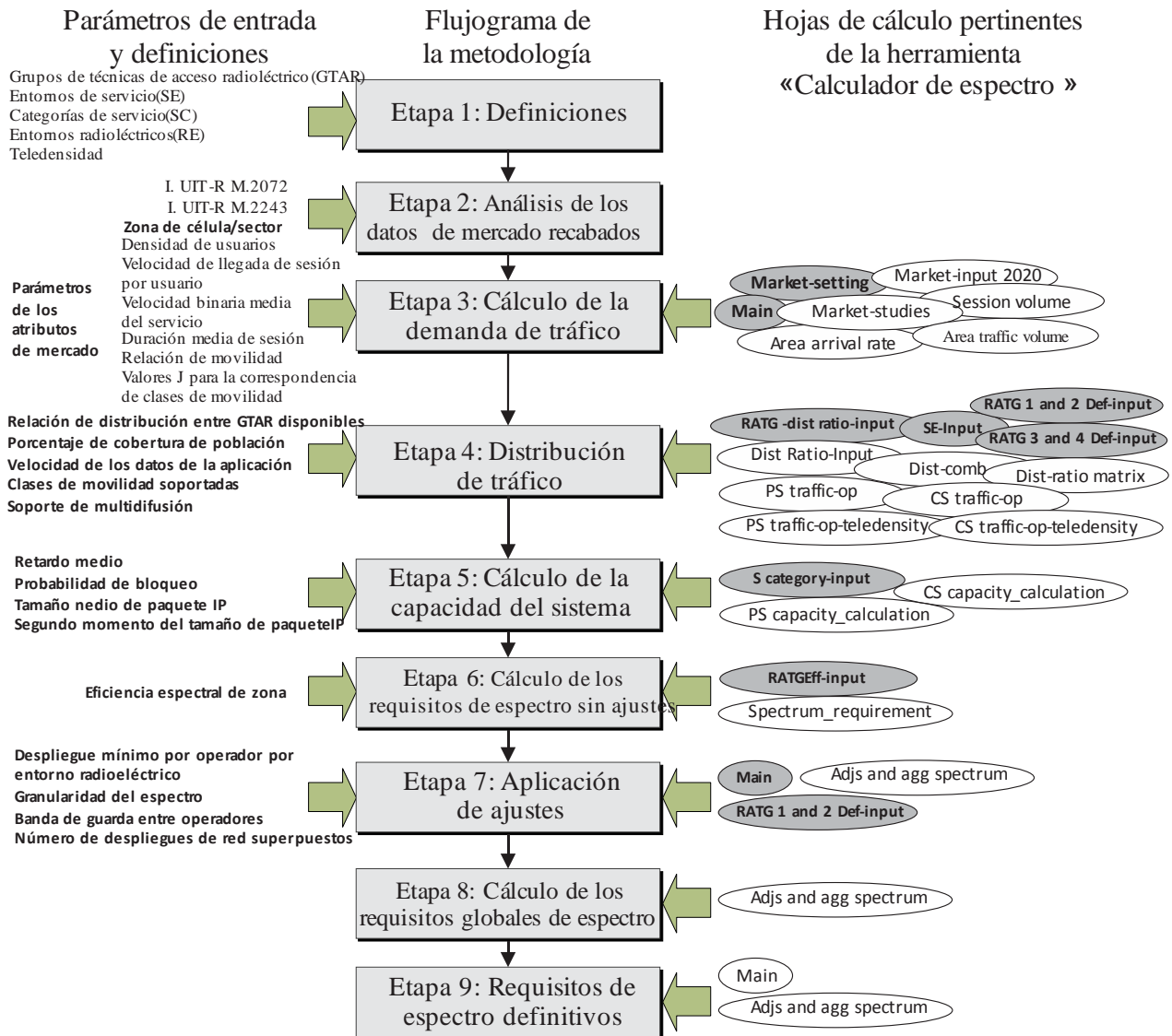
Con respecto a esta metodología, en la página web del GT 5D del UIT-R, <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/default.aspx> se proporciona una «Guía de usuario sobre la herramienta de estimación de las necesidades de espectro para las IMT». Como se describe en la guía, la metodología de estimación de las necesidades de espectro para las IMT se ha implantado en MS Excel como una herramienta de cálculo de espectro, a fin de facilitar su utilización. También se facilita dicha herramienta en el apartado «referencia» de la página web del GT 5D del UIT-R a los usuarios que posean una cuenta TIES (Servicios de intercambio de información sobre telecomunicaciones).

La herramienta consta de 27 hojas de cálculo y de siete módulos con macros. Las hojas de cálculo contienen los valores de los parámetros de entrada, los resultados de cálculo provisionales obtenidos a partir de los cálculos realizados en las hojas de cálculo y en las macros, y las necesidades definitivas de espectro. La herramienta se ejecuta desde la hoja inicial «Main» (principal), que constituye el elemento principal de la herramienta.

En la Figura 18 siguiente se muestra la relación entre el flujograma de la metodología y las hojas de cálculo correspondientes en la herramienta «Calculador de espectro», así como los parámetros de entrada en cada etapa de cálculo de la metodología. Las hojas de cálculo que exhiben un fondo de color gris en la Figura 18 denotan los lugares de la herramienta en los que se introducen los valores de los parámetros de entrada. Las hojas de cálculo que exhiben un fondo de color blanco en la Figura 18 corresponden a los lugares en los que se realiza el cálculo, incluidos los resultados de los cálculos provisionales. Consúltese la guía de usuario para obtener más información.

FIGURA 18

Parámetros de entrada, flujograma de la metodología y hojas de cálculo correspondientes en la herramienta «Calculador de espectro»



Global Trends-18

5 Cuestiones de reglamentación

5.1 Aspectos y acuerdos institucionales

Con objeto de facilitar el despliegue de los sistemas de las IMT es necesario formular claramente las políticas en virtud de las cuales se pone a disposición el espectro a nivel comercial. Para que las políticas sobre espectro estén en consonancia con los principales objetivos de los países, es importante que las telecomunicaciones figuren en el orden del día de sus principales programas. Ello ofrecerá a los organismos de reglamentación, entre otras instituciones gubernamentales, el apoyo necesario para llevar a cabo sus actividades.

Otro aspecto importante que puede fomentar el despliegue de las IMT guarda relación con las disposiciones institucionales sobre acción política. El organismo encargado de la política relativa al espectro ha de prestar gran atención al papel que desempeñan todas las entidades gubernamentales (a niveles nacional y subnacional), entre otras partes comerciales interesadas. También es importante evitar duplicaciones o lagunas en las tareas con el fin de facilitar la consecución de los objetivos, disminuir las discrepancias entre instituciones y fomentar los acuerdos.

Por otro lado, todas las partes interesadas han de tener una comprensión cabal del proceso de toma de decisiones. Ello puede lograrse mediante el desarrollo de un código de prácticas sobre el proceso de toma de decisiones que permita a los organismos de reglamentación y a los operadores comprender la manera en la que se adoptan las decisiones sobre reglamentación y todos los procesos pertinentes para apelar estas decisiones.

5.2 Transparencia y participación de las partes interesadas

Con objeto de velar por que las decisiones en los planos político y reglamentario se adopten en aras del interés común, siempre que ello sea posible, es necesario aplicar un proceso de toma de decisiones transparente y público. Ello presenta dos ventajas principales. En primer lugar, la aplicación de un proceso que facilite el examen y el análisis públicos de los reglamentos y las decisiones propuestos permite a las instancias que formulan las políticas y a los organismos de reglamentación garantizar que el marco reglamentario y político no se elabora sin base alguna, y que los avances del mercado de las telecomunicaciones móviles en la actualidad, y los previstos, se tienen debidamente en cuenta. Las instancias que formulan las políticas, los operadores y los vendedores poseen su propio punto de vista en relación con el mercado de las telecomunicaciones móviles; tienen más posibilidades de impulsar de forma conjunta un sector de las comunicaciones móviles basado en las mejores prácticas internacionales y en información actualizada sobre el mercado y la tecnología.

En segundo lugar, los procesos de desarrollo de políticas abiertas y públicas conducen a una mayor transparencia, característica clave de todo proceso adecuado de toma de decisiones. La solicitud de información a las partes interesadas y al público en general, velando por que el sector industrial desempeñe un papel primordial en el establecimiento de políticas y prioridades, facilita a los organismos de reglamentación la elaboración de un marco reglamentario y político que cuente con el apoyo de la mayoría de las partes interesadas, o de todas ellas. Existen varios enfoques posibles, y no excluyentes mutuamente, para que las partes interesadas del sector privado participen en el proceso de reglamentación, especialmente a través de equipos o grupos de asesoramiento permanente, procesos de consulta pública y solicitudes de contribuciones. La estrecha cooperación entre los organismos de reglamentación y el sector industrial es primordial para impulsar un sólido marco reglamentario y facilitar el éxito del sector de las comunicaciones móviles.

5.3 Conocimientos de mercado

Con objeto de fomentar una política adecuada sobre el espectro de las IMT es importante que los organismos de reglamentación y las instituciones gubernamentales conozcan la situación real del mercado y las necesidades de las comunidades. A tal efecto, los gobiernos pueden llevar a cabo encuestas y recabar datos mediante consultas públicas, entre otros instrumentos de retroalimentación, para obtener información sobre las necesidades del mercado y la sociedad. Este proceso puede mejorar los procesos de toma de decisiones a nivel gubernamental y aumentar la eficacia y calidad de las políticas públicas.

Los organismos gubernamentales pueden tener en cuenta asimismo los factores culturales, las condiciones sociales y las diferencias demográficas, puesto que estos aspectos pueden influir en el desarrollo de los instrumentos sobre política en materia de espectro.

5.4 Concesión de licencias para la utilización del espectro

5.4.1 Aspectos sobre concesión de licencias de las IMT

Existen numerosos factores que pueden influir en las condiciones de concesión de licencias de las IMT, en particular:

- las necesidades tecnológicas;
- los requisitos en materia de cobertura/despliegue;
- la planificación de las asignaciones de licencias;
- la duración de las licencias;
- el tamaño del bloque de espectro;
- el número de operadores;
- la compartición de infraestructuras;

- la portabilidad de números.

5.4.2 Principios y métodos de concesión de licencias de las IMT

Existen numerosos métodos de asignación de licencias de espectro. Dichos métodos se basan en dos enfoques distintos, a saber: 1) asignaciones no comerciales en el marco de evaluaciones comparativas (también conocidos como «concursos de belleza») o loterías, o 2) procesos comerciales, por ejemplo las licitaciones. En los casos en los que exista poca demanda de una banda de frecuencias en una zona geográfica específica también pueden concederse licencias por orden de solicitud de las mismas. La concesión de licencias es una prerrogativa nacional y cada país debe escoger la metodología más apropiada con arreglo a las condiciones propias de su marco jurídico, reglamentario y comercial.

Siempre y cuando ello sea posible, las licencias de espectro deberían concederse en bandas de espectro para servicios móviles armonizadas a niveles regional y mundial, con objeto de fomentar las economías de escala, reducir la interferencia transfronteriza y facilitar los servicios internacionales. Las autoridades de concesión de licencias también deben publicar el calendario de liberación de nuevas bandas de espectro, a fin de optimizar la utilización del espectro. Dicho calendario debe regirse por un enfoque holístico a largo plazo e incluir un análisis exhaustivo y razonable de la situación de partida.

Los derechos de espectro transferibles y flexibles también pueden tenerse en cuenta en la asignación de licencias de espectro. Según se menciona en el informe UIT-R SM.2012, «... los economistas recomiendan que se permita a los usuarios del espectro transferir sus derechos a éste (tanto si se ha asignado mediante licitación como por otros mecanismos de asignación) y que los usuarios del espectro cuenten con un alto grado de flexibilidad en la elección de los servicios que ofrecerán al consumidor con su espectro».

Para obtener más información sobre los métodos de asignación de espectro, véase la sección 2.3.1 del Informe UIT-R SM.2012.

5.5 Directrices para la liberación de espectro para las IMT (incluida su redistribución)

En la Recomendación UIT-R SM.1603-1 «Reorganización del espectro como método de gestión nacional del espectro» se proporcionan orientaciones sobre cuestiones relativas a la reorganización del espectro. En esta Recomendación se define la reorganización (o redistribución) del espectro como «un conjunto de medidas administrativas, financieras y técnicas para liberar, completa o parcialmente, las asignaciones de frecuencia existentes de usuarios o equipos en una determinada banda de frecuencias. Posteriormente la banda de frecuencias podrá atribuirse al mismo servicio o a servicios diferentes. Estas medidas pueden aplicarse a corto, medio o largo plazo». En dicha Recomendación también se proporcionan orientaciones a nivel nacional sobre aspectos de reorganización de espectro.

5.6 Circulación a nivel mundial de los terminales

La circulación a nivel mundial de los terminales consiste en el derecho de los usuarios a llevar sus terminales personales a un país que visiten y la capacidad de utilizarlos en todo lugar en que ello sea posible. El objetivo de la Recomendación UIT-R M.1579 es establecer las bases técnicas para la circulación a escala mundial de terminales terrenales IMT 2000 que no causen interferencia perjudicial en ningún país en el que circulen. En la Recomendación UIT-R M.1579 «Circulación a nivel mundial de los terminales terrenales IMT» se proporciona información adicional.

5.7 Emisiones no deseadas

Puede obtenerse información relativa a las emisiones no deseadas en la Recomendación UIT-R M.1580 «Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones de base que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000» y la Recomendación UIT-R M.1581 «Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000». En la Recomendación UIT-R M.2070 «Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones de base que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-Avanzadas» y en la Recomendación UIT-R M.2071 «Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-Avanzadas» se proporciona información sobre las IMT-Avanzadas.

6 Etapas de implantación de los sistemas IMT

6.1 Principales aspectos y cuestiones que hay que tener en cuenta antes de la implantación de redes IMT

A continuación se enumeran las cuestiones principales que es necesario tener en cuenta:

- la armonización del espectro;
- el estado de desarrollo de la tecnología que ha de implantarse;
- la disponibilidad y el bajo costo de los dispositivos;
- las tendencias de mercado;
- las normas de interfaz radioeléctrica con respecto a las Recomendaciones y los Informes del UIT-R;
- la situación demográfica y los servicios (por ejemplo el apoyo a nuevos servicios y aplicaciones);
- el período de transición;
- la asistencia al cliente en el proceso de transición a la nueva tecnología,
- la compatibilidad con los sistemas de telecomunicaciones existentes.

6.2 Migración de los actuales sistemas inalámbricos a las IMT

6.2.1 Estrategia de migración

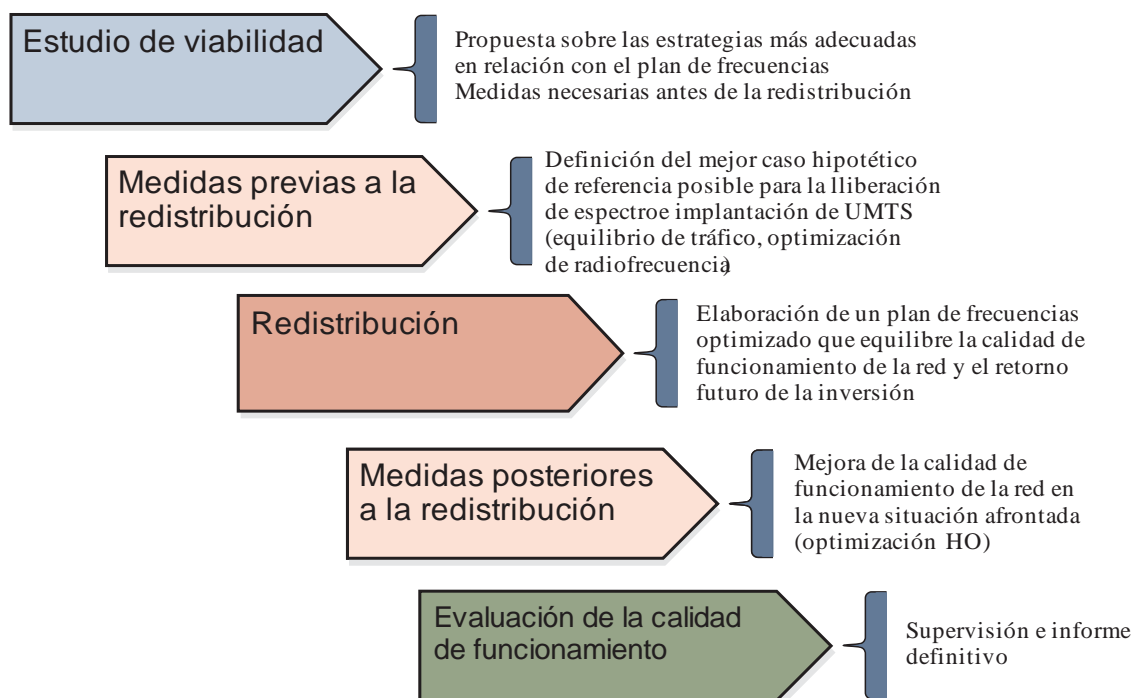
Es necesario tener en cuenta asimismo diversas cuestiones relativas a la planificación de la migración de los sistemas GSM a las IMT, en particular:

- el espectro disponible para los sistemas de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, GSM);
- el equilibrio de tráfico entre las bandas de bajas frecuencias (por ejemplo, GSM 850/900 MHz) y las bandas de altas frecuencias (por ejemplo, GSM 1 800/1 900 MHz);
- las soluciones que permiten aumentar la capacidad de red en los sistemas GSM, por ejemplo servicios de voz por canales de un intervalo adaptativos para varios usuarios (VAMOS), subcanales ortogonales (OSC), reutilización estricta de frecuencias, etc.;
- la migración del tráfico de voz a las IMT (por ejemplo UMTS/LTE);
- las decisiones en materia de reconfiguración tecnológica (por ejemplo la introducción de HSPA/LTE en las bandas GSM 850/900 MHz y GSM 1 800/1 900 MHz);
- el programa de redistribución (por ejemplo la introducción paulatina de las IMT en las bandas del sistema GSM o la redistribución simultánea de las bandas GSM 850/900 MHz y GSM 1 800/1 900 MHz).

6.2.2 Proceso general de migración

La migración de espectro exige una solución que permita reducir el espectro necesario hasta un límite fijado sin comprometer la calidad de funcionamiento de la red existente, y que pueda estructurarse con respecto a las cinco fases y actividades descritas a continuación, según se sintetiza en la Figura 19.

FIGURA 19

Esquema general de una solución de migración de espectro

Global Trends-19

Estudio de viabilidad

El objetivo principal de esta etapa es determinar si la migración puede llevarse a cabo con arreglo a los criterios de aceptación (de acuerdo con los indicadores fundamentales de calidad de funcionamiento para la cantidad de espectro que ha de liberarse). En primer lugar deberá determinarse la reducción de espectro necesaria, que por lo general dependerá de los factores siguientes:

- las restricciones del operador;
- el estado de desarrollo de la red;
- el aumento previsto del tráfico;
- la evolución de la red.

Medidas previas a la redistribución

En esta fase, para la que se requieren los resultados del estudio de viabilidad, se propone un conjunto íntegro de medidas con objeto de definir la hipótesis de referencia más adecuada para la implantación de un nuevo plan de frecuencias después de la liberación de espectro. Dichas medidas abarcan, por lo general, la optimización de radiofrecuencia y la gestión de recursos radioeléctricos.

Pueden utilizarse varias funciones de ayuda para alcanzar los objetivos fijados (sobre capacidad, interferencia y gestión del tráfico). Esas funciones permiten reducir los niveles de interferencia o mejorar la capacidad de la red para hacer frente al aumento de interferencia.

Elaboración y aplicación de un plan de frecuencias

En esta etapa se determinan las frecuencias definitivas con arreglo a las estrategias definidas en la etapa anterior. Esta etapa comprende:

- el plan de frecuencias;
- la actualización de la lista de sistemas vecinos;
- un plan de reserva;
- una solución de reserva relativa al plan de frecuencias anterior;
- un proceso reactivo eficaz para identificar los sectores de menor rendimiento y encontrar la solución adecuada al respecto.

Medidas posteriores a la redistribución

Puede proponerse una segunda serie de medidas de optimización con posterioridad a la implantación del plan de frecuencias redistribuidas. Con objeto de comprender el alcance real de esta fase, ha de realizarse un análisis de la calidad de funcionamiento, en particular para:

- velar por que no se produzca una grave degradación tras el proceso de redistribución. En ese caso, deberá someterse a licitación un plan de reserva;
- reconocer las medidas necesarias que han de llevarse a cabo para cumplir los criterios de aceptación.

Evaluación de la calidad de funcionamiento

Tras su implantación, la red ha de ser objeto de supervisión, en particular mediante la herramienta basada en el Sistema de soporte de operación (OSS). Para acometer tareas específicas de supervisión pueden utilizarse otras herramientas.

6.2.3 Estudios de casos

Diversos operadores de Europa y Asia están redistribuyendo parcialmente su espectro GSM para la implantación de nuevas tecnologías. La tendencia general ha consistido en la reutilización de la banda de 900 MHz para las IMT-2000 y la banda de 1 800 MHz para las IMT. El factor determinante para implantar las IMT-2000 en la banda de 900 MHz es la mejora de la cobertura, puesto que las frecuencias bajas del espectro presentan mejores características de cobertura que las frecuencias más elevadas, lo que permite lograr una cobertura más amplia y eficaz. Por otro lado, existe una gran variedad de dispositivos que funcionan en la banda de 900 MHz.

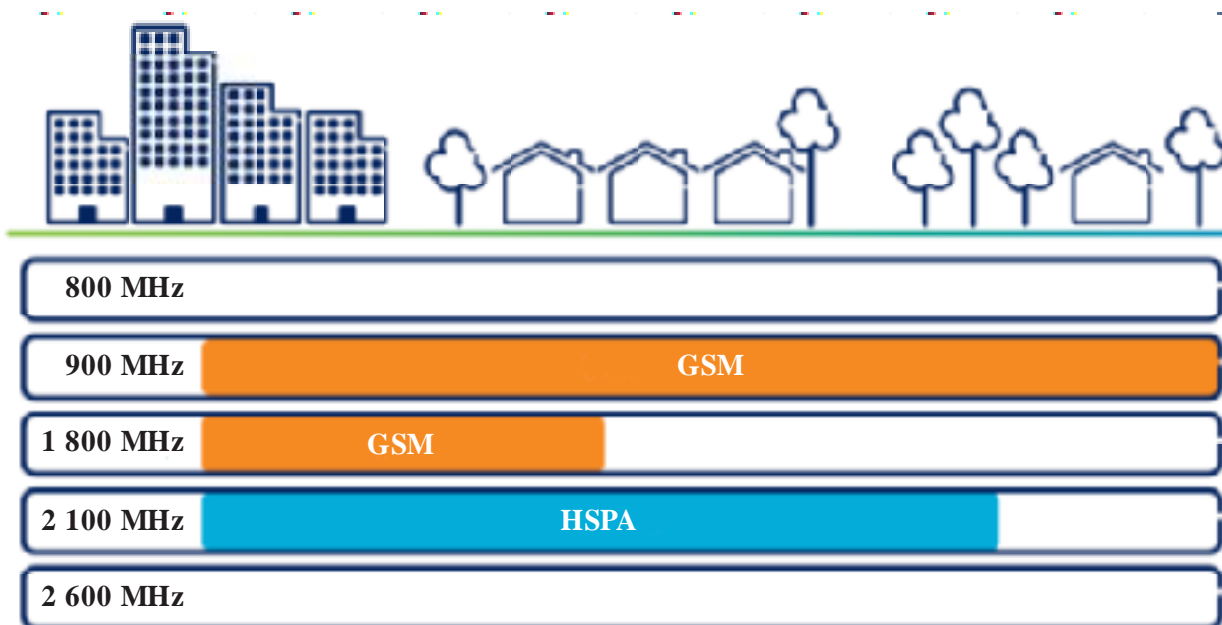
En muchos mercados, el despliegue de las IMT en la banda de 1 800 MHz existente obedece a un aumento de la capacidad y al objetivo de demostrar liderazgo comercial por medio de la introducción de servicios IMT antes de que se disponga de nuevo espectro, por ejemplo en la banda de 2 600 MHz. Por otro lado, existe una gran variedad de dispositivos que funcionan en la banda de 1 800 MHz.

6.2.3.1 Casos hipotéticos generales

La disposición definitiva aplicable en materia de redes móviles de banda ancha varía de un caso a otro. En las Figuras 20 y 21 se muestran las posibles alternativas de tres operadores durante el proceso de implantación de una red móvil de banda ancha mediante diversas tecnologías de acceso radioeléctrico, desde la primera fase hasta la última.

FIGURA 20

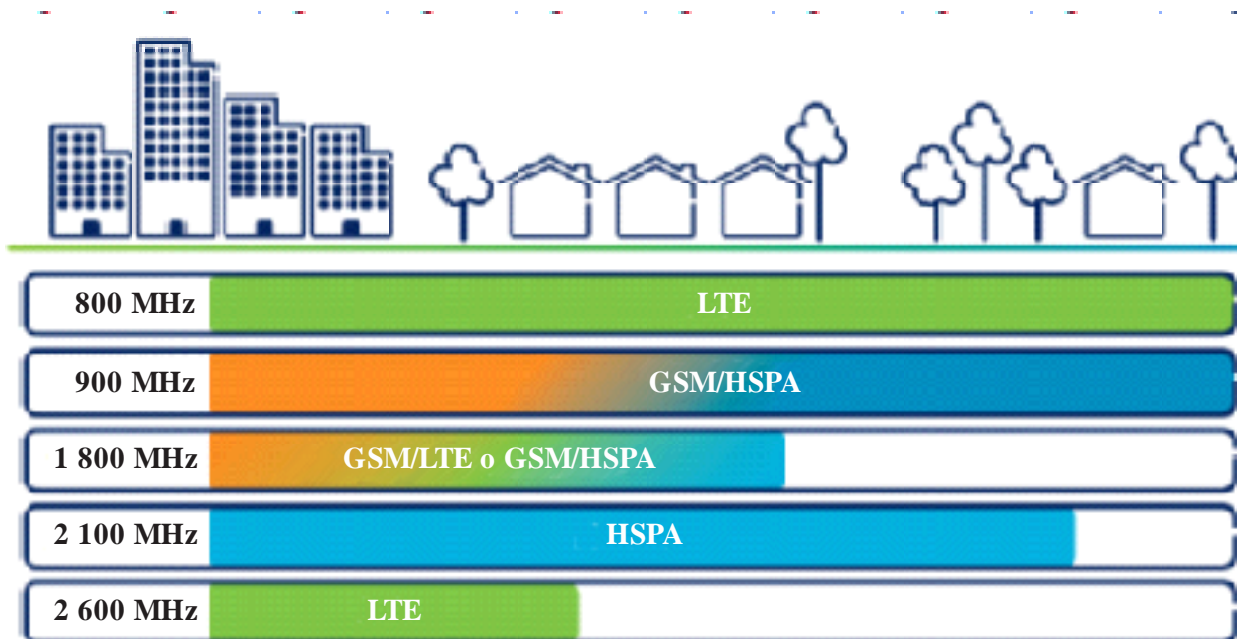
Situación inicial de la atribución de bandas de frecuencia y del despliegue de las tecnologías del operador



Global Trends-20

FIGURA 21

Nueva situación de la atribución de bandas de frecuencia y del despliegue de tecnologías del operador



Global Trends-21

Para ilustrar las opciones estratégicas de este proceso de evolución, cabe tener en cuenta las frecuencias habitualmente utilizadas en Europa.

Caso hipotético 1: El operador no posee acceso previo al espectro para las IMT (por ejemplo LTE) en la banda de 2 600 MHz ni en la banda de 800 MHz. En ese caso, la primera medida consistirá en redistribuir el espectro de 900 MHz para las IMT-2000 (por ejemplo HSPA) con el fin de aumentar la cobertura y la capacidad de las IMT-2000, en particular en zonas rurales. Puesto que el tráfico GSM disminuye a raíz del aumento de capacidad de las IMT-2000 (por ejemplo HSPA), el operador puede redistribuir la banda de espectro de 1 800 MHz, ya sea para las IMT (por ejemplo LTE) o para las IMT 2000 (por ejemplo HSPA), a fin de prestar servicios móviles de banda ancha de alto rendimiento en zonas urbanas y suburbanas. La elección tecnológica dependerá de la situación comercial del operador, del conjunto de dispositivos actuales y previstos, de la capacidad de prestar servicio a un gran número de teléfonos inteligentes IMT-2000 (por ejemplo HSPA) en bandas 3GPP existentes y de la disponibilidad de otras bandas de frecuencia para atribuir las a las IMT (por ejemplo LTE). En tal caso, el operador puede desplegar las IMT (por ejemplo LTE) en otras bandas a medida que estén disponibles.

Caso hipotético 2: El operador ha desplegado las IMT-2000 (por ejemplo WCDMA/HSPA) en la banda de 900 MHz, así como en la banda de 2 100 MHz. La capacidad total del espectro es suficiente en este caso para una adopción masiva del servicio mediante teléfonos inteligentes IMT-2000 (por ejemplo HSPA). La utilización de dispositivos IMT-2000 para acceder a servicios de voz y datos IMT-2000 y el aumento de la eficiencia del servicio GSM permite asignar el tráfico GSM a la banda de espectro de 900 MHz. Ello contribuye a liberar la banda de espectro de 1 800 MHz para el despliegue de las IMT (por ejemplo LTE).

Caso hipotético 3: El operador posee acceso temprano a la banda de espectro de 2 600 MHz para las IMT (por ejemplo LTE) y tiene la posibilidad de desplegar las IMT (por ejemplo LTE) en la banda de 800 MHz del dividendo digital (que queda disponible a raíz del cese del servicio de las redes de televisión analógica en Europa). En primer lugar, el operador deberá redistribuir la banda de espectro de 900 MHz para las IMT-2000 (por ejemplo WCDMA/HSPA) para ofrecer cobertura y capacidad más amplias y eficaces para las IMT-2000, en particular en zonas rurales y en interiores. El aumento de la utilización de las IMT-2000 (por ejemplo WCDMA/HSPA) en zonas amplias reduce paulatinamente el tráfico en la red GSM/EDGE.

Por otro lado, el operador puede desplegar las IMT (por ejemplo LTE) en la banda de 2 600 MHz en puntos urbanos de gran densidad para prestar un servicio móvil de banda ancha de velocidad elevada como medio de acceso complementario a las IMT-2000 (por ejemplo HSPA). Tras ello, el operador puede desplegar las IMT (por ejemplo LTE) en la banda de 800 MHz para prestar servicios de banda ancha de alto rendimiento en zonas amplias, incluidas las rurales.

Por último, tras la disminución sustancial del tráfico GSM, el operador puede redistribuir el espectro en la banda de 1 800 MHz para las IMT (por ejemplo LTE), proporcionar capacidad adicional y aumentar la cobertura. Si en ese momento existiera la necesidad acuciante de reforzar la capacidad de las IMT-2000 (por ejemplo HSPA), el operador tiene la opción de desplegar las IMT-2000 (por ejemplo HSPA) en la banda de espectro de 1 800 MHz.

6.2.3.2 Ejemplo de migración de red a LTE 1800

En el marco de la estrategia aplicada por Australia a raíz de la puesta en marcha en 2006 de su red WCDMA, un operador desplegó esfuerzos concertados para que los usuarios de su red GSM pasaran a utilizar la nueva red. Dicha estrategia se basó en numerosos factores, en particular la simplificación de la red, la coherencia de su marca comercial y la eficiencia operacional. Con objeto de proporcionar incentivos a los usuarios para que utilizaran las redes IMT-2000, el operador se inclinó por ofrecerles la renovación gratuita de sus teléfonos móviles y planes tarifarios «sin recargo», entre otras ventajas. A medida que los usuarios pasaban a utilizar una tecnología más avanzada, aumentaban las probabilidades de que utilizaran nuevos servicios. No obstante, el resultado más notable fue la capacidad del operador para «liberar» su red GSM y redistribuir la banda de espectro de 1 800 MHz con objeto de poner en marcha la primera red LTE de Australia en septiembre de 2011.

Desde la implantación de dicha red el volumen de tráfico en la red móvil de este operador se ha duplicado cada año. A finales de 2010 el operador predijo, sobre la base de una herramienta de modelización de capacidad, que se agotaría la capacidad de red antes de que la nueva banda de 700 MHz estuviera disponible para ser atribuida a la LTE. De ahí que fuera necesario adoptar las medidas necesarias lo antes posible.

La redistribución de espectro no constituía ninguna novedad para este operador. Ya había implantado con éxito la tecnología WCDMA tras redistribuir la banda de 850 MHz y había puesto en marcha un robusto sistema en el marco de ese proceso. Al desempeñar un papel pionero a nivel mundial en el desarrollo de un sistema LTE en la banda de 1 800 MHz el operador adoptó la misma metodología, y colaboró activamente con proveedores de infraestructuras, fabricantes de dispositivos y circuitos integrados y organismos industriales. En la actualidad, la banda de 1 800 MHz es la banda más utilizada en todo el mundo para la tecnología LTE.

Al poner en marcha la primera red LTE del país, el operador lo hizo con seis meses de ventaja con respecto a sus competidores, según constataron varios observadores industriales, lo que permitió a la empresa reforzar su posición dominante. La puesta en marcha de la red fue fruto de la estrategia de la empresa en los planos técnico y empresarial.

Para obtener más información sobre aspectos de migración, véase el Anexo I – Migración tecnología en una banda de frecuencias determinada.

6.2.3.3 Ejemplo de migración de red a las IMT en la banda de 900 MHz

Los sistemas UMTS se han desplegado en Viet Nam en la banda de 2 100 MHz. Debido al elevado coste de implantación de los sistemas UMTS en dicha banda en las zonas rurales del país, los servicios móviles de banda ancha en esas zonas no eran viables. Recientemente, los operadores han manifestado un gran interés en desplegar sistemas móviles GSM de banda ancha en la banda de 900 MHz para proveer cobertura rural, fundamentalmente por su excelente característica de propagación y sus bajos costos de implementación. Puesto que los sistemas GSM en la banda de 900 MHz tienen cobertura a nivel nacional, es muy apropiado reutilizar la infraestructura existente para la implantación de sistemas IMT en la misma banda.

Las solicitudes de los operadores instaron al Ministerio de Información y Comunicaciones a reevaluar la planificación de frecuencias, puesto que dicha planificación en esta banda únicamente abarca los sistemas GSM. El Ministerio comunicó a los operadores que volvería a examinar la planificación de la banda de 900 MHz. Se autorizó a los operadores titulares de licencias en la banda de 900 MHz a que llevaran a cabo pruebas de sistemas IMT a pequeña escala en la misma banda. Los operadores optaron por realizar dichas pruebas en la banda de 900 MHz.

Los resultados del informe de las pruebas realizadas por los operadores demostraron que la cobertura UMTS era de gran calidad, y que el servicio de datos era equiparable al del servicio UMTS en la banda de 2 100 MHz; todos los indicadores fundamentales de rendimiento se cumplieron.

Las mediciones de la calidad del servicio GSM existente pusieron de manifiesto que no se había producido degradación alguna en la calidad de los servicios de voz GSM.

Por otro lado, el Ministerio había analizado exhaustivamente la planificación de la banda de 900 MHz para las IMT. Su conclusión fue que el despliegue de las IMT en la banda de 900 MHz redundaría en beneficio de la sociedad, en particular en las zonas rurales. El Ministerio solicitó públicamente que se formularan observaciones sobre su nueva política y organizó un taller para recabar la opinión de los operadores.

A raíz del éxito de los resultados de las pruebas de los operadores y del consenso alcanzado en la información aportada por las partes interesadas, el Ministerio emitió una nueva circular en virtud de la cual se autorizaba a los operadores que fueran titulares de una licencia de 900 MHz a desplegar sistemas IMT en dicha banda.

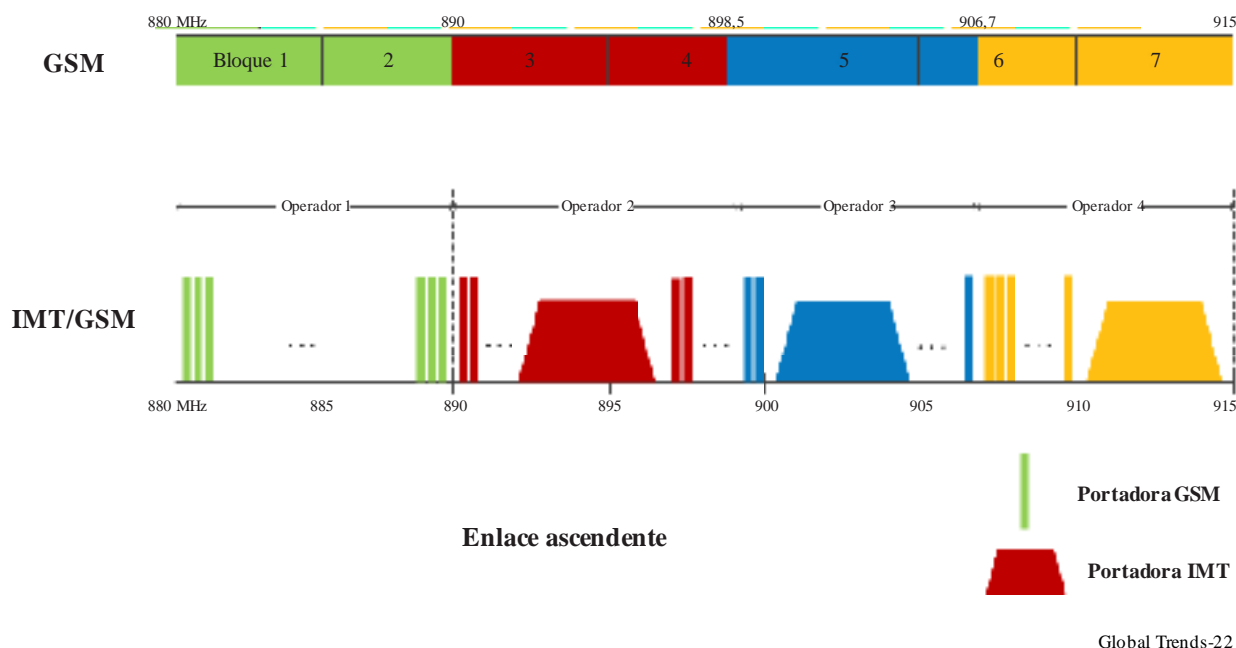
El Ministerio también informó a los operadores del objetivo de establecer disposiciones de frecuencias a largo plazo para las IMT 900 MHz con arreglo a un plan de bloques de 5 MHz

Se instó a los operadores a observar, en la medida de lo posible, un plan de bloques de 5 MHz con objeto de evitar costos innecesarios y problemas de reorganización en el futuro.

En la Figura 22 se muestra la disposición de las portadoras IMT que coexisten con las portadoras del sistema GSM en la banda de 900 MHz.

FIGURA 22

Ejemplo de redistribución de la banda de 900 MHz en la fase de transición



6.3 Selección de tecnología para las bandas IMT identificadas

6.3.1 Aspectos sobre tecnología de las IMT

Al implantar un nuevo sistema IMT es importante tener en cuenta los requisitos sobre anchura de banda, cobertura y capacidad. En función de medios de implantación disponibles, la agrupación de espectro utilizada específicamente para funcionamiento en DDF o en DDT puede ser un método eficaz para fomentar la utilización de los recursos de espectro. La agrupación DDF y DDT deberá tener la capacidad necesaria para permitir un funcionamiento basado en las hipótesis siguientes:

- Portadoras múltiples que comparten emplazamiento, parte de las cuales son portadoras DDF y el resto portadoras DDT.
- Portadoras diferentes en distintos emplazamientos, por ejemplo una portadora DDF en zonas amplias y portadoras DDT en células pequeñas.

Para desarrollar sistemas que soporten la agrupación DDF y DDT es necesario elaborar técnicas que doten a los equipos de usuario (UE) de la tecnología anterior, que operan en redes DDT o FDD, de la capacidad necesaria para funcionar en la red agregada DDF-DDT. Posteriormente, los equipos de usuario evolucionados que soporten agregación DDF y TDD podrán beneficiarse de una mayor velocidad de datos de cresta.

Para obtener más información sobre los criterios relativos a la adopción de decisiones en materia de tecnologías, consúltese la sección 7.

6.3.2 Componente de satélite de las IMT

Las IMT comprenden las interfaces radioeléctricas de las componentes terrenal y de satélite. Ambas componentes son complementarias, puesto que la componente terrenal proporciona cobertura en zonas terrestres cuya densidad de población se considera lo suficientemente grande como para desplegar de forma rentable sistemas con base terrenal, y la componente de satélite proporciona servicios con cobertura prácticamente mundial en otros lugares, por ejemplo en el mar, islas y zonas montañosas o poco pobladas. De ahí que únicamente pueda lograrse una cobertura ubicua de las IMT mediante una combinación de interfaces radioeléctricas terrenales y de satélite.

La componente de satélite de las IMT abarca las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas. Las interfaces radioeléctricas de la componente de satélite de las IMT-2000 se identifican en la Recomendación UIT-R M.1850-1, en particular:

- las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de satélite A (SRI-A);
- las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de satélite B (SRI-B);
- las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de satélite D (SRI-D) ;
- las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de satélite E (SRI-E);
- las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de satélite F (SRI-F);
- las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de satélite G (SRI-G);
- las especificaciones de la interfaz radioeléctrica de satélite H (SRI-H).

Las interfaces radioeléctricas de la componente de satélite de las IMT-Avanzadas han sido elaboradas por el UIT-R. Cabe identificar dos interfaces radioeléctricas:

- BMSat
- SAT-OFDM.

Para ampliar información sobre las interfaces radioeléctricas de la componente de satélite de las IMT-Avanzadas, consúltese la Recomendación UIT-R M.2047 «Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas)», y el Informe UIT-R M.2279 – «*Outcome of the evaluation, consensus building and decision of the IMT-Advanced satellite process (Steps 4 to 7), including characteristics of IMT-Advanced satellite radio interfaces*» (Resultado de la evaluación, la creación de consenso y la decisión sobre el proceso de satélite de las IMT-Avanzadas (etapas 4 a 7), incluidas las características de las interfaces radioeléctricas de la componente de satélite de las IMT-Avanzadas).

Las especificaciones de las interfaces radioeléctricas de la componente de satélite de las IMT pueden adoptarse asimismo para otros sistemas del SMS y aplicarse en otras bandas del MSS.

6.4 Planificación de la implantación

La provisión de capacidad suficiente en la red de enlace de retroceso es fundamental para cumplir los requisitos relativos al aumento del tráfico de datos que exigen los sistemas IMT, con objeto de evitar saturaciones de tráfico. La fibra y los sistemas inalámbricos desempeñan un papel primordial en la transmisión de datos de las IMT a través de la red de enlace de retroceso. La fibra tiene mayor capacidad y, por lo general, sus gastos de funcionamiento son menores, mientras que la red de retroceso por enlace inalámbrico es más rápida y fácil de instalar, sobre todo en los casos en los que se conectan numerosas células de pequeño tamaño. Por otro lado, las tecnologías inalámbricas pueden proporcionar latencias más bajas, habida cuenta de las diferentes velocidades de propagación de la fibra y del medio inalámbrico.

Si bien la proporción del tráfico de datos a través de la red de enlace de retroceso por fibra es cada vez mayor, el número de enlaces fijos inalámbricos en la red de retroceso aumenta a un ritmo muy rápido, en particular en los sistemas que comprenden pocos tramos de apoyo a las células de pequeño tamaño de los sistemas de comunicaciones móviles en zonas urbanas o de gran densidad de tráfico.

En el Anexo D, «Descripción de los sistemas inalámbricos de la red de retroceso», se proporciona información pormenorizada sobre el diseño de los sistemas inalámbricos de la red de enlace de retroceso.

Para obtener información adicional sobre las redes de enlace de retroceso del servicio fijo para las IMT, consúltese la labor del Grupo de Trabajo 5C del UIT-R, encargado de la elaboración del proyecto de nuevo Informe UIT-R F.[FS.IMT/BB]; dicha labor concluyó en octubre de 2015.

7 Criterios para adoptar decisiones sobre tecnología

7.1 Aspectos relativos a las repercusiones en materia de espectro, la disposición de canales y la anchura de banda

La disponibilidad actual de bandas de frecuencias y anchura de banda varía en cada Estado Miembro y región, lo que plantea numerosos retos en materia de itinerancia, complejidad de dispositivos, falta de economías de escala e interferencia. La identificación y atribución de bandas de frecuencias contiguas, más amplias y armonizadas a tenor de los avances tecnológicos futuros puede contribuir a afrontar esos retos.

Por otro lado, la mayor armonización mediante bandas de frecuencias contiguas más amplias permitirá la adopción de dispositivos móviles cuya batería tenga una mayor duración, así como la mejora de la eficiencia espectral, y potencialmente, la reducción de la interferencia transfronteriza.

La utilización flexible del espectro puede proporcionar soluciones técnicas para hacer frente en el futuro a la demanda de tráfico, cada vez mayor, y permitir un mejor aprovechamiento de los recursos radioeléctricos, especialmente si se tiene en cuenta la limitación de los recursos de espectro. La utilización flexible del espectro puede mejorar asimismo la eficacia del uso de las frecuencias, incluidos aspectos tales como la utilización de técnicas de radiocomunicaciones cognitivas, el acceso compartido autorizado (ASA) y la gestión conjunta de múltiples tecnologías de acceso de radioeléctrico (RAT).

7.2 Importancia de las soluciones multimodo/multibanda

La mayor disponibilidad de dispositivos móviles compatibles con varias tecnologías radioeléctricas ha fomentado la tendencia en alza de explotar varias RAT para subsanar deficiencias de capacidad y restricciones de conectividad. La integración de varias tecnologías de acceso radioeléctrico facilita la integración de las nuevas bandas de espectro con las bandas con licencia y las bandas sin licencia existentes, a fin de satisfacer las necesidades de capacidad y servicios en beneficio del usuario.

Las redes con múltiples tecnologías radioeléctricas también permitirán la compatibilidad de los futuros sistemas IMT con todo tipo de redes, a saber, redes de área extensa (WAN), redes de área local (LAN) y redes personales (PAN), de un modo totalmente desapercibido para el usuario final.

7.3 Trayectoria de desarrollo tecnológico

El GT 5D del UIT-R revisa actualmente las Recomendaciones UIT-R M.1457 y UIT R M.2012, habida cuenta de los avances tecnológicos registrados en los sistemas IMT establecidos, así como en los más recientes. Los Estados Miembros pueden supervisar dichos avances de muchas maneras, en particular a través de las revisiones más recientes de dichas Recomendaciones. Se han registrado numerosos avances en el sector de las telecomunicaciones móviles en el último decenio, y la capacidad para adoptar esos avances tecnológicos de forma rápida ha contribuido a fomentar notablemente la utilización de los datos de banda ancha móvil.

7.4 Aspectos relativos a la red de enlace de retroceso

En el marco de la temática del presente informe, las redes de enlace de retroceso son la que agrupan todo el tráfico que se transmite a la red medular. A medida que aumenta la demanda de tráfico de los servicios de comunicaciones móviles de banda ancha, la importancia de la red de enlace de retroceso como infraestructura de la arquitectura de la red IMT es también mayor; de ahí que merezca atención especial. La calidad de funcionamiento de la red de enlace de retroceso repercute en la velocidad de los datos de los usuarios, así como en la calidad de funcionamiento general de la red de acceso radioeléctrica.

Las redes de enlace de retroceso de alto rendimiento con baja latencia permiten una coordinación más estrecha del tráfico entre nodos, así como una utilización más eficaz por parte de los mismos del espectro disponible. Las redes con un gran número de emplazamientos de células (de pequeño tamaño) requieren soluciones de redes enlace de de retroceso que incorporen diversos medios físicos de transmisión, por ejemplo microondas, fibra o tecnologías de conexión inalámbrica.

Las soluciones de redes de enlace de retroceso no deberían restringir la capacidad de la red de acceso radioeléctrica, es decir, debería dotarse a los emplazamientos de las células de la red de suficiente capacidad de retroceso. Por otro lado, la calidad de funcionamiento de extremo a extremo de dichas soluciones ha de ser suficiente para satisfacer el nivel de calidad percibida por el usuario (QoE) en todos los lugares en los que se presten servicios de comunicaciones móviles de banda ancha.

7.5 Neutralidad tecnológica

Habida cuenta de la rápida transformación y evolución del sector de las comunicaciones móviles, el desarrollo de los servicios móviles de banda ancha se verá muy favorecido por la adopción de un enfoque tecnológico neutral en lo que a elaboración de normas y políticas relativas al sector de las comunicaciones móviles inalámbricas se refiere, lo que redundará en beneficio de toda la comunidad, incluidos los sectores público y privado. Las políticas y normas que únicamente imponen o consideran la adopción de soluciones tecnológicas específicas impiden con frecuencia un desarrollo interrumpido, inciden negativamente en el grado de competencia y obstaculizan las actividades de innovación.

ANEXO A

Abreviaturas, acrónimos, interfaces y puntos de referencia**A.1 Abreviaturas y acrónimos**

ACI	Interferencia de canal adyacente
ACLR	Relación de potencia de fuga del canal adyacente
ACS	Selectividad del canal adyacente
A-GPS	GPS asistido
ANSI	American National Standard Institute
ARIB	Asociación de Industrias y Empresas de Radiocomunicaciones
ATIS	Alianza para Soluciones en la Industria de las Telecomunicaciones
AuC	Centro de autenticación
B2B	De empresa a empresa
BCCH	Canal de control de difusión (CANCDIF)
BSC	Controlador de estaciones de base
BSSAP	Parte de la aplicación del subsistema de la estación de base
BSS	Sistema de estación de base
BTS	Estación transceptora de base
CAGR	Tasa compuesta de crecimiento anual (TCCA)
CCSA	Asociación de Normalización de las Comunicaciones de China
CDMA	Acceso múltiple por división de código
CEPT	Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones
CGI	Imágenes generadas por computadora
CGI	Identificador mundial de célula
CI	Identidad de célula
CID	Identificación de una celda
CN	Red medular
CS-MGW	Conmutación por circuitos – Función de la pasarela de medios
DCCH	Canal de control especializado
CDR	Registro detallado de llamada
DECT	Telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón
DL	Enlace descendente
DME	Equipo radiotelemétrico
EDGE	Velocidades de datos mejoradas para la evolución de las GSM
EGPRS	GPRS mejorado
eHRPD	Datos de paquetes a alta velocidad evolucionados
EHS	Hipersensibilidad electromagnética

EIA	Asociación de Industrias Electrónicas
E interface	Servidor del centro de conmutación de servicios móviles (servidor MSC) – Servidor del centro de conmutación de servicios móviles (servidor MSC)
EIR	Registro de identidad de equipo
eNB	Nodo mejorado B
EPC	Núcleo de paquetes evolucionado
E-SMLC	Centro de localización móvil de servicio evolucionado
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación
E-UTRAN	Red de acceso de radio terrestre UMTS evolucionada
FDD	Dúplex por división de frecuencia
FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia
GGSN	Nodo de soporte de la pasarela GPRS
GMLC	Centro de posición móvil de pasarela
GMSC	Centro de conmutación móvil pasarela
GPRS	Sistema general de radiocomunicaciones por paquetes/Servicio general de radiocomunicaciones por paquetes
GPS	Sistema mundial de determinación de posición
GSA	Asociación mundial de proveedores de dispositivos móviles
GSM	Sistema mundial para comunicaciones móviles
GSMA	Asociación GSM
GT	Título global
HLR	Registro de posiciones propio
HPCRF	PCRF en la RMTP propia
HRPD	Datos de paquetes a alta velocidad
HSPA	Acceso de alta velocidad por paquetes
HSS	Servidor de abonado residencial
ICIC	Coordinación de interferencias entre células
ICT	Tecnología de la información y la comunicación
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IOS	Especificación de interoperabilidad
IP	Protocolo Internet
ISO	Organización Internacional de Normalización
IWU	Unidad de interfuncionamiento
KPI	Indicador fundamental de rendimiento
LAC	Código de la zona de localización
LBS	Servicios basados en la posición
L-DACS	Comunicaciones digitales aeronáuticas en la Banda L

LLC	Control de enlace lógico
LMH-BWA	Servicio móvil terrestre (incluido acceso inalámbrico) – Volumen 5: Despliegue de sistemas móviles de acceso inalámbrico de banda ancha
LMU	Unidad de medición de posición
LTE	Evolución a largo plazo
MAC	Control de acceso al medio
MC	Múltiples portadoras
MCC	Indicativo de país para el servicio móvil
MCL	Pérdidas mínimas de acoplamiento
ME	Equipo móvil
M2M	Máquina a máquina
MME	Entidad de gestión de la movilidad
MNC	Indicativo de red para el servicio móvil
MSC	Centro de conmutación de servicios móviles
MSCe	Emulación del Centro de conmutación de servicios móviles
NAS	Estrato de no acceso
NMR	Informes de gestión de red
OECD	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OFDMA	Acceso múltiple por división en frecuencia ortogonal
O&M	Operaciones y mantenimiento
OOBE	Emisión fuera de banda
OSC	Subcanales ortogonales
OSI	Interconexión de sistema abierto
OSS	Sistemas de soporte de operación
O-TDOA	Registro de la diferencia de tiempo en la llegada
PB	Petabyte
PCRF	Función de política y norma de tarificación
PDCP	Protocolo de convergencia de datos de paquetes
PDN	Red de datos en paquetes
PDN GW	Pasarela que termina la interfaz SGi hacia la PDN
PHY	Capa física
PLMN	Red móvil terrestre pública
PPDR	Protección pública y socorro en caso de catástrofe
PS	Conmutación de paquetes
PSTN	Red telefónica pública conmutada
QoS	Calidad del servicio
RBS	Estación de base radioeléctrica
RF	Frecuencia radioeléctrica

RFPM	Impronta de patrones de radiofrecuencia
RIT	Tecnologías de interfaz radioeléctrica
RLC	Controlador de enlace radioeléctrico
RNC	Controlador de red radioeléctrica
RNS	Subsistema de red radioeléctrica (o sistema de red radioeléctrica)
RR	Reglamento de Radiocomunicaciones
RRC	Controlador de recurso radioeléctrico
RRM	Gestión de recursos radioeléctricos
RSVP	Protocolo de reserva de recursos
RTT	Tecnologías de transmisión radioeléctrica
RTT	Tiempo de ida y vuelta
SDO	Organización de elaboración de normas
SDU	Unidad de selección/distribución; unidad de datos de servicio
SGSN	Nodo de soporte de servicio GPRS
S-GW	Pasarela de servicio
SIM	Módulo de identificación de abonado GSM; Modelo de información especializado
SLP	Plataforma de posición SUPL
SMLC	Centro de localización de móviles en servicio
SMS	Servicio de mensajes breves
SMS-GMSC	MSC de pasarela SMS
SMS-IW MSC	MSC de interfuncionamiento SMS
STP	Punto de transferencia de señalización
SUPL	Posición del plano de usuario seguro
TA	Avance de temporización
TCH	Canal de tráfico
TDD	Dúplex por división en el tiempo
TDMA	Acceso múltiple por división de tiempo
TDMA-SC	Acceso múltiple por división de tiempo – Portadora única
TD-SCDMA	AMDC síncrona por división de tiempo
TIA	Asociación de Industrias de Telecomunicación
TOM	Tunelización de mensajes
TTA	Asociación de Tecnología de las Telecomunicaciones
TTC	Comité de Tecnología de las Telecomunicaciones
UE	Equipo de usuario
UL	Enlace ascendente
UMTS	Sistema de telecomunicaciones móviles universales
USIM	Módulo de identidad de abonado universal

U-TDOA	Diferencia de tiempo en la llegada en el enlace ascendente
UTRAN	Red de acceso de radio terrestre UMTS
UWC	«Universal Wireless Communications Consortium»
VAMOS	Servicios de voz por canales adaptativos de un intervalo para varios usuarios
VLR	Registro de posición de visitantes
VPCRF	PCRF en la RMTP visitada
WCDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha
WMAN	Red inalámbrica de área metropolitana

A.2 Interfaces

A	Centro de conmutación de servicios móviles (MSC) – Sistema de estación de base (BSS)
<i>Abis</i>	Controlador de estaciones de base (BSC) – Estación transceptora de base (BTS)
A1	Transporta información de señalización entre las funciones de control de llamada y gestión de la movilidad del MSC y la componente de control de llamada de la BS (BSC)
A1p	Transporta información de señalización entre las funciones de control de llamada y gestión de la movilidad del MSCe y la componente de control de llamada de la BS (BSC)
A2	Proporciona un trayecto para el tráfico de usuario y transporta información PCM a 64/56 kbit/s (para servicios de voz orientados a circuitos) o información digital sin restricciones a 64 kbit/s (UDI, para la RDSI) entre la componente de conmutación del MSC por conmutación de circuitos y la función de la unidad de selección/distribución (SDU) de la BS
A2p	Proporciona un trayecto para las sesiones del tráfico de usuario por transmisión en paquetes y transporta información de voz por medio de paquetes IP entre la MGW y la BS
A3	Transporta información y señalización de usuario para llevar a cabo el traspaso gradual/simple cuando una BS de destino se conecta con la función de selección de trama en la BS de origen
A5	Proporciona un trayecto para el tráfico de usuario para las llamadas de datos orientadas a circuitos entre la BS de origen y el MSC por conmutación de circuitos
A7	Transporta información de señalización entre una BS de origen y una BS de destino para el traspaso gradual/simple entre BS
A8	Transporta tráfico de usuario entre la BS y la PCF
A9	Transporta información de señalización entre la BS y la PCF
A10	Transporta tráfico de usuario entre la PCF y el PDSN
A11	Transporta información de señalización entre la PCF y el PDSN
B	Interfaz interna definida para fines de modelización
C	Servidor del centro de conmutación móvil pasarela (servidor GMSC) – Registro de posición propio (HLR)
D	Registro de posición de visitantes (VLR) – Registro de posición propio (HLR)
F	Servidor del centro de conmutación de servicios móviles (servidor MSC) – Registro de identidad de equipo (EIR)
G	Registro de posición de visitantes (VLR) – Registro de posición de visitantes (VLR)
G _b	Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN) – Sistema de Estación de Base (BSS)
G _c	Registro de posición propio (HLR) – Nodo de soporte de la pasarela GPRS (GGSN)
G _d	Interfaz entre el SGSN y la pasarela SMS

G _f	Registro de identidad de equipo (EIR) – Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN)
G _n	Nodo de soporte de la pasarela GPRS (GGSN) – Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN)
G _p	Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN) – Red de datos externa
G _r	Registro de posición propio (HLR) – Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN)
G _s	Centro de conmutación de servicios móviles (MSC)/Registro de posición de visitantes (VLR) – Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN)
G _{xc}	S-GW – PCRF/VPCRF
Iu	Interfaz de comunicación entre el RNC y la interfaz de la red medular (centro de conmutación de servicios móviles y nodo de soporte de servicio GPRS)
Iub	RNC – Nodo B
IuCS	Centro de conmutación de servicios móviles (MSC) – RNS o BSS
IuPS	Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN) – RNS o BSS
Iur	Interfaz lógica entre dos RNC; si bien se trata de un enlace lógico punto a punto entre RNC, la conexión a nivel físico puede establecerse mediante un enlace que no sea punto a punto
Lb/Iupc	Interfaz entre el SMLC y el RSC/RNC
Lg/SLg	Interfaz entre el GMLC y el MSC/MME
Lh/SLh	Interfaz entre el GMLC y el HLR/HSS
S1	Interfaz normalizada entre el eNB – Núcleo de paquetes evolucionado (EPC)
S1-MME	MME – E-UTRAN
S1-u	Interfaz de conexión entre el eNB y la S-GW mediante la parte del plano de usuario
S1-c	Interfaz de conexión entre el eNB y la MME mediante la parte del plano de control
S3	MME – SGSN
S4	S-GW – SGSN
S5	S-GW – PDN GW
S6a	MME – HSS
S6d	Registro de posición propio (HLR) – Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN)
S8	S-GW – PDN GW S8 (variante de S5 entre PLMN)
S9	HPCRF – VPCRF
S10	MME – MME
S11	MME – S-GW
SLs	Interfaz entre el E-SMLC y la MME
Um	Interfaz radioeléctrica entre la BTS y la MS
Uu	Interfaz radioeléctrica entre la UTRAN y el equipo de usuario
X2	Soporte al intercambio de información de señalización entre dos eNB; se utiliza principalmente para dar soporte a la movilidad en modo activo

A.3 Punto de referencia

B	Interfaz entre el MSC y el VLR
C	Interfaz entre el MSC y el HLR
D	Interfaz entre el VLR y el HLR
d	Interfaz entre un IAP y la DF
D ₁	Interfaz entre la OTAF y el VLR
D _i	Interfaz entre: <ul style="list-style-type: none"> – el IP y la RDSI – la IWF y la RDSI – el MSC y la RDSI [ESBE] – la SN y la RDSI
E	Interfaz entre el MSC y el MSC
E ₃	Interfaz entre el MPC y el MSC
E ₅	Interfaz entre the MPC y la PDE
E ₉	Interfaz entre el MPC y el SCP
E ₁₁	Interfaz entre la CRDB y el MPC
E ₁₂	Interfaz entre el MSC y la PDE
e	Interfaz entre la CF y la DF
F	Interfaz entre el MSC y el EIR
G	Interfaz entre el VLR y el VLR
G _i	GGSN – redes de paquetes de datos
G _x	PCEF – PCRF/H-PCRF/V-PCRF
H	Interfaz entre el HLR y el AC
I	Interfaz entre el CDIS y el CDGP
J	Interfaz entre el CDGP y el CDCP
K	Interfaz entre el CDGP y el CDRP
M ₁	Interfaz entre la SME y el MC
M ₂	Interfaz de MC a MC
M ₃	Interfaz de SME a SME
M _c	Servidor del centro de conmutación de servicios móviles (Servidor MSC – Pasarela de medios con conmutación de circuitos (CS-MGW))
N	Interfaz entre el HLR y el MC
N ₁	Interfaz entre el HLR y la OTAF
N _b	Pasarela de medios con conmutación de circuitos (CS-MGW) – Pasarela de medios con conmutación de circuitos (CS-MGW)
N _c	Servidor del centro de conmutación de servicios móviles (Servidor MSC) – Servidor del centro de conmutación móvil pasarela (servidor GMSC)
O ₁	Interfaz entre una MWNE y la OSF
O ₂	Interfaz entre una OSF y la OSF

P _i	Interfaz entre: <ul style="list-style-type: none">– la AAA y la AAA,– la AAA y la PDN,– la IWF y la PDN,– el MSC y la PDN, y– el PDSN y la PDN
Q	Interfaz entre el MC y el MSC
Q ₁	Interfaz entre el MSC y la OTAF
R _x	La función de aplicación – La función de política y norma de tarificación (PCRF)
S12	S-GW – UTRAN
S13	MME – EIR
SG _i	PDN GW – red de paquetes de datos
T ₁	Interfaz entre el MSC y el SCP
T ₂	Interfaz entre el HLR y el SCP
T ₃	Interfaz entre el IP y el SCP
T ₄	Interfaz entre el HLR y el SN
T ₅	Interfaz entre el IP y el MSC
T ₆	Interfaz entre el MSC y el SN
T ₇	Interfaz entre el SCP y el SN.
T ₈	Interfaz entre el SCP y el SCP
T ₉	Interfaz entre el HLR y el IP
V	Interfaz entre la OTAF y la OTAF
X	Interfaz entre el CSC y la OTAF
Y	Interfaz entre una entidad de red inalámbrica (WNE) y la IWF
Z	Interfaz entre el MSC y la NPDB
Z1	Interfaz entre el MSC y el VMS.
Z2	Interfaz entre el HLR y el VMS
Z3	Interfaz entre el MC y el VMS.

ANEXO B

Publicaciones de referencia

B.1 Publicaciones de la UIT

B.1.1 Recomendaciones de la UIT

Recomendaciones sobre las IMT terrenales (y otras conexas):

- Recomendación UIT-R M.678 – Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000).
- Recomendación UIT-R M.819 – Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) para los países en desarrollo.
- Recomendación UIT-R M.1036 – Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas determinadas para las IMT en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) (03/2012).
- Recomendación UIT-R M.1224 – Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT).
- Recomendación UIT-R M.1457 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).
- Recomendación UIT-R M.1580 – Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones de base que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000.
- Recomendación UIT-R M.1581 – Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000.
- Recomendación UIT-R M.1579 – Circulación a nivel mundial de los terminales terrenales IMT-2000.
- Recomendación UIT-R M.1645 – Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores.
- Recomendación UIT-R M.1768 – Metodología de cálculo de las necesidades de espectro para el futuro desarrollo del componente terrenal de IMT-2000 y sistemas posteriores.
- Recomendación UIT-R M.1801 – Normas de interfaz radioeléctrica para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha, incluidas aplicaciones móviles y nómadas en el servicio móvil que funcionan por debajo de 6 GHz.
- Recomendación UIT-R M.1822 – Marco para los servicios soportados por las IMT.
- Recomendación UIT-R M.1850 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de la componente de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT-2000).
- Recomendación UIT-R M.2012 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las telecomunicaciones móviles internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas).

Consúltese la lista de Recomendaciones del UIT-R sobre las IMT para obtener más información.

B.1.2 Informes de la UIT

Informes sobre las IMT terrenales (y otros conexos)

- Informe UIT-R M.2038 – Tendencias de la tecnología (en lo que respecta a las IMT-2000 y sus sistemas posteriores)-
- Informe UIT-R M.2039 – «Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyses» (Características de los sistemas terrenales IMT-2000 con miras al análisis de la interferencia y la compartición de frecuencias).
- Informe UIT-R M.2242 – «Cognitive radio systems specific for IMT system» (Sistemas de radiocomunicaciones inteligentes para los sistemas de las IMT).
- Informe UIT-R M.2243 – «Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for International Mobile Telecommunications» (Evaluación del despliegue de banda ancha móvil mundial y predicciones sobre las Telecomunicaciones Móviles Internacionales).
- Informe UIT-R M.2072 – «World mobile telecommunication market forecast» (Predicciones del mercado mundial de las telecomunicaciones móviles).
- Informe UIT-R M.2078 – Estimación de los requisitos de anchura de banda de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas.
- Informe UIT-R M.2079 – Información técnica y operacional para la identificación de espectro necesario para la componente terrenal del desarrollo futuro de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas.

Consúltese la lista de Informes del UIT-R sobre las IMT para obtener más información.

B.1.3 Manuales de la UIT

EL UIT-R y sus Grupos de trabajo han elaborado los Manuales del UIT-R que se enumeran a continuación:

- Manual para los servicios de radioaficionados y radioaficionados por satélite (www.itu.int/pub/R-HDB-52)
- Manual sobre sistemas digitales de relevadores radioeléctricos (www.itu.int/pub/R-HDB-24)
- Manual sobre sistemas y redes de comunicación adaptativos en frecuencia en las bandas de ondas hectométricas y decamétricas (www.itu.int/pub/R-HDB-40)
- Manual sobre el servicio móvil terrestre (incluido acceso inalámbrico). Volumen 1: Acceso inalámbrico fijo (www.itu.int/pub/R-HDB-25)
- Manual sobre el servicio móvil terrestre (incluido acceso inalámbrico). Volumen 2: Principios y enfoques de la evolución hacia las IMT-2000/FSPTMT (www.itu.int/pub/R-HDB-30)
- Manual sobre el servicio móvil terrestre (incluido acceso inalámbrico) – Sistemas de despacho y de mensajería avanzados (www.itu.int/pub/R-HDB-47)
- Manual sobre el servicio móvil terrestre (incluido acceso inalámbrico) – Volumen 4: Sistemas de transporte inteligente (www.itu.int/pub/R-HDB-49)
- Manual sobre el servicio móvil terrestre (incluido acceso inalámbrico) – Volumen 5: Despliegue de sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha (www.itu.int/pub/R-HDB-57)
- Manual sobre migración a los sistemas IMT-2000 – Suplemento 1 (Revisión 1) del Manual sobre implantación de los sistemas IMT-2000 (www.itu.int/pub/R-HDB-46)
- Manual sobre las IMT-2000: Edición especial en CD-ROM (www.itu.int/pub/R-HDB-37)

B.2 Publicaciones externas

B.2.1 Informes del Foro UMTS

- Informe 1 del Foro UMTS: «A Regulatory Framework for UMTS» (Marco reglamentario del UMTS), 1997.
- Informe 2 del Foro UMTS, «The Path towards UMTS – Technologies for the Information Society» (Transición al UMTS: tecnologías para la sociedad de la información), 1998.
- Informe 4 del Foro UMTS, «Considerations of Licensing Conditions for UMTS Network Operations» (Cuestiones relativas a las condiciones para la concesión de licencias para la explotación de redes UMTS), 1998.
- Informe 5 del Foro UMTS, «Minimum Spectrum Demand per Public Terrestrial UMTS Operator in the Initial Phase» (Demanda mínima de espectro para los operadores de servicios UMTS terrenales públicos en la etapa inicial), 1998.
- Informe 6 del Foro UMTS, «UMTS/IMT-2000 Spectrum» (Espectro de los sistemas UMTS/IMT-2000»), 1998.
- Informe 31 del Foro UMTS, «UMTS Next Generation Devices» (Nueva generación de dispositivos UMTS), enero de 2004.
- Informe 33 del Foro UMTS, «3G Offered Traffic Characteristics» (Características del tráfico 3G ofrecido), noviembre de 2003.
- UMTS Forum Report 35, «Mobile Market Evolution and Forecast: Long term sociological, social and economical trends» (Evolución y previsiones del mercado de las comunicaciones móviles: tendencias sociológicas, sociales y económicas a largo plazo), junio de 2004.
- Informe 36 del Foro UMTS, «Benefits of Mobile Communications for the Society» (Beneficios de las comunicaciones móviles para la sociedad), junio de 2004.
- Informe 37 del Foro UMTS, «Magic Mobile Future 2010-2020» (Futuro halagüeño para las comunicaciones móviles en el período 2010-2020), abril de 2005.
- Informe 38 del Foro UMTS, «Coverage Extension Bands for UMTS/IMT-2000 in the bands between 470-600 MHz» (Bandas de ampliación de cobertura para los sistemas UMTS/IMT-2000 en las bandas 470-600 MHz), enero de 2005.
- Informe 39 del Foro UMTS, «The Global Market for High Speed Packet Access (HSPA): Quantitative and Qualitative analysis» (Mercado mundial para el acceso de alta velocidad por paquetes (HSPA): análisis cuantitativo y cualitativo), marzo de 2006.
- Informe 40 del Foro UMTS, «Development of spectrum requirement forecasts for IMT-2000 and systems beyond IMT-2000 (IMT-Advanced)» (Evolución de las previsiones sobre requisitos de espectro para las IMT-2000 y sistemas posteriores (IMT-Avanzadas)), enero de 2006.
- Informe 41 del Foro UMTS, «Market Potential for 3G LTE» (Potencial comercial para las LTE de tercera generación), julio de 2007.
- Informe 42 del Foro UMTS, «LTE Mobile Broadband Ecosystem: the Global Opportunity» (Sistema de banda ancha móvil LTE: oportunidad a nivel mundial), junio de 2009.
- Informe 43 del Foro UMTS, «Two Worlds Connected: Consumer Electronics Meets Mobile Broadband» (Encuentro entre dos mundos: la electrónica de consumo y la banda ancha móvil), enero de 2011.
- Informe 44 del Foro UMTS, «Mobile Traffic Forecasts 2010-2020» (Previsiones sobre tráfico en las redes de comunicaciones móviles para el período 2010-2020), mayo de 2011.
- Estudio del Foro UMTS «Spectrum for future development of IMT-2000 and IMT-Advanced» (Espectro para el desarrollo futuro de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas), 2012.
- Informe 45 del Foro UMTS, «Study of Spectrum allocations and usage in the range 3 400-4 200 MHz (C-band)» (Estudio de las atribuciones y la utilización de espectro en la gama 3 400-4 200 MHz (Banda C)), febrero de 2014.

B.2.2 Publicaciones de la GSMA

- [GSMA mobile policy handbook](#) (Manual de la GSMA sobre políticas en materia de comunicaciones móviles).
- [GSMA mobile economy series](#) (Serie de publicaciones de la GSM sobre aspectos económicos de las comunicaciones móviles).
- [Understanding 5G: perspectives on future technological advancements in mobile](#) (Sistemas 5G: previsiones sobre avances tecnológicos futuros en las comunicaciones móviles), diciembre de 2014.
- [Today, tomorrow, and the future – managing data demand in Asia Pacific](#) (Gestión de la demanda de datos en Asia-Pacífico en la actualidad, a corto plazo y a largo plazo), noviembre de 2014.
- [Enabling mobile broadband: a toolkit](#) (Herramienta para el despliegue de banda ancha móvil), noviembre de 2014.
- [Wireless backhaul spectrum policy recommendations and analysis](#) (Recomendaciones y análisis sobre políticas en materia de espectro para las redes de enlace de retroceso inalámbricas), octubre de 2014.
- [The cost of spectrum auction distortions](#) (El costo de la distorsión de las licitaciones de espectro), octubre de 2014.
- [Data demand explained](#), (La demanda de datos), julio de 2014.
- [Will Wi-Fi relieve congestion on cellular networks?](#), (¿Disminuirán las redes Wi-Fi la congestión en las redes celulares?), mayo de 2014.
- [The GSMA spectrum primer series: introducing radio spectrum](#) (Series de manuales básicos de la GSMA sobre espectro: introducción al espectro radioeléctrico), marzo de 2014.
- [The GSMA spectrum primer series: the spectrum policy dictionary](#) (Series de manuales básicos de la GSMA sobre espectro: glosario sobre política en materia de espectro), marzo de 2014.
- [The impact of licensed shared access use of spectrum](#) (Las repercusiones de la utilización del espectro mediante acceso compartido con licencia), febrero de 2014.
- [Coexistence of ISDB-T and LTE](#) (Coexistencia de las tecnologías ISDB-T y LTE), noviembre de 2013.
- [Valuing the use of spectrum in the EU](#) (Utilidad del espectro en la UE), junio de 2013.
- [Securing the digital dividend for mobile broadband](#) (Atribución del dividendo digital a la banda ancha móvil), mayo de 2013.
- [Advancing 3GPP networks: optimisation and overload management techniques to support smartphones](#) (Información preliminar de las redes 3GPP: técnicas de optimización y gestión de sobrecarga para dar soporte a los teléfonos inteligentes), junio de 2012.
- [Licensing to support the mobile broadband revolution](#) (Concesión de licencias para fomentar la banda ancha móvil), mayo de 2012.
- [HSPA & LTE advancements](#) (Avances en las tecnologías HSPA y LTE), febrero de 2012.
- [GSMA spectrum handbook: understanding the basics of spectrum policy for mobile telecommunications](#) (Manual de la GSMA sobre espectro: fundamento de las políticas de espectro para las telecomunicaciones móviles), diciembre de 2011.
- [Mobile broadband evolution: securing the future of mobile broadband for the GSM community](#) (Evolución de la banda ancha móvil: provisión garantizada en el futuro a la comunidad GSM), febrero de 2011.
- [The momentum behind LTE worldwide](#) (Impulso a la LTE en todo el mundo), enero de 2011.
- [MIMO in HSPA: the real-world impact](#) (MIMO en el HSPA: sus repercusiones reales), noviembre de 2010.
- [The 2.6 GHz spectrum band: an opportunity for global mobile broadband](#) (La banda de espectro de 2,6 GHz: oportunidad para la banda ancha móvil a escala mundial), enero de 2010.

ANEXO C

Aplicaciones y servicios

C.1 Aplicaciones y servicios basados en la posición

Las aplicaciones y los servicios basados en la posición permiten determinar la posición geográfica de un teléfono o un dispositivo móvil y proporcionan dicha posición a la aplicación que solicita esa información. Los sistemas basados en la posición pueden ser: a) sistemas basados en la red; b) sistemas basados en el teléfono móvil y c) sistemas híbridos.

- a) Los sistemas basados en la red utilizan la infraestructura de red del proveedor de servicio para determinar la posición del teléfono móvil. La ventaja de estos sistemas (desde el punto de vista del operador de telefonía móvil) es que pueden implantarse sin apoyo específico de los teléfonos móviles a los LBS (servicios móviles que se basan en la posición). La exactitud de las técnicas basadas en la red depende de la distancia entre los emplazamientos y del número de células de estaciones de base adyacentes.
- b) Los sistemas basados en el teléfono móvil utilizan, por lo general, la tecnología GPS. En este caso, la determinación de la posición la efectúa el teléfono móvil, de ahí que la información de la posición suele ser más exacta.
- c) Los sistemas de posición híbridos utilizan conjuntamente tecnologías basadas en la red y tecnologías basadas en el teléfono móvil con objeto de determinar la posición. Por ejemplo, el GPS asistido, que utiliza la tecnología GPS y la información de red para determinar la posición. Las técnicas basadas en sistemas híbridos ofrecen la mayor exactitud, si bien presentan las limitaciones y dificultades asociadas a los sistemas basados en la red y a los sistemas basados en el teléfono móvil.

C.1.1 Técnicas para mejorar la exactitud de la posición

A continuación se enumeran las técnicas destinadas a mejorar la exactitud de la posición:

- identificador de célula;
- identificador de célula +TA/ Identificador de célula +RTT;
- identificador de célula mejorado (ECID) ;
- concordancia de patrones de radiofrecuencia;
- tecnología basada en U-TDOA (LMU) ;
- O-TDOA;
- A-GPS;
- utilización conjunta de varios sistemas anteriormente enumerados.

C.1.1.1 Identificador de célula

- a) Con arreglo a este mecanismo de determinación de la posición, la célula de servicio del UE de destino se representa mediante una forma geográfica. Ello permite determinar rápidamente la posición, aunque de forma poco exacta. La entidad que determina la posición requiere una base de datos de imágenes generadas por computadora (CGI) y correspondiente cobertura radioeléctrica.
- b) El método del identificador de célula puede aplicarse con independencia de la tecnología.
- c) Características destacadas:
 - i) exactitud limitada;
 - ii) no requiere despliegues adicionales significativos en la red;
 - iii) el método funciona con todas las tecnologías de red (GSM, WCDMA, LTE).

C.1.1.2 Identificador de célula +TA/Identificador de célula + RTT

- a) El avance de temporización (TA) se basa en el parámetro TA existente. El valor TA es conocido por la BTS de servicio. Para obtener los valores de TA cuando la MS está en modo de reposo se establece una llamada especial (sin tono de llamada) que no es percibida por el abonado GSM. El identificador de la célula de servicio y el TA recibido se utilizan para determinar la distancia aproximada de la torre al UE.

El tiempo de ida y vuelta (RTT) permite determinar la distancia entre el teléfono móvil WCDMA y la estación base, con un propósito similar al del TA en GSM. La precisión depende de varios factores, en particular la distancia entre los emplazamientos, la exactitud de las bases de datos de los emplazamientos de las células y la estabilidad en las características de radiofrecuencia de la red. Funciona con la red WCDMA.

- b) Características destacadas:
- i) el método Identificador de célula + TA/Identificador de célula + RTT para la determinación de la posición mejora los resultados del método del Identificador de célula;
 - ii) el parámetro TA representa una estimación de la distancia (en incrementos de 550 M) del terminal móvil a la estación de base;
 - iii) el RTT permite determinar la distancia del teléfono móvil WCDMA a la estación de base, es decir, con una finalidad similar a la del TA en GSM;
 - iv) el método funciona con todas las tecnologías de red.

C.1.1.3 E-CID {(Identificador de célula +TA)/(Identificador de célula+RTT) & NMR}

- a) También pueden utilizarse informes de gestión de red (NMR), por ejemplo la medición de potencia, para mejorar la exactitud del RTT y la CGI.
- b) Características destacadas:
- i) exactitud media de 200 metros en zonas urbanas, dependiendo de la distancia entre emplazamientos y del número de vecinos;
 - ii) el método funciona con todas las tecnologías de red.

C.1.1.4 Impronta de patrones de radiofrecuencia (RFPM)

La impronta de patrones de radiofrecuencia (RFPM) es un método de determinación de la posición que utiliza los patrones de radiofrecuencia de una región para determinar la posición del UE, principalmente mediante la información que figura en los NMR. El método RFPM permite contrastar los datos de la «impronta de identificación» recibidos de los teléfonos móviles con la información de la base de datos sobre la intensidad de radiofrecuencia en la misma zona. Ello contribuye a mejorar sustancialmente la exactitud. La precisión depende de varios factores, entre ellos, la distancia entre emplazamientos, la exactitud de las bases de datos de los emplazamientos de las células y la estabilidad en las características de radiofrecuencia de la red.

- a) Perfiles/Concordancia de patrones/Impronta de identificación de radiofrecuencia – Esta tecnología permite cumplir el requisito de 100 m/300 m de las soluciones basadas en la red en muchas zonas urbanas y algunas zonas suburbanas densas. La precisión en las zonas urbanas, suburbanas o rurales depende de la distancia entre emplazamientos y del número de vecinos.
- b) El método funciona con todas las tecnologías de red.
- c) Requisitos de la impronta de identificación de radiofrecuencia:
- i) el método requiere la realización de pruebas periódicas en vehículos y la recopilación de datos sobre la zona requerida. Las muestras han de recopilarse en diversos momentos del día, o mediante la adaptación de los datos de patrones de radiofrecuencia para diferentes características de radiofrecuencia relativas a un mismo día;
 - ii) es necesario obtener numerosas muestras que contengan los parámetros requeridos;

- iii) también hay que realizar pruebas en edificios y en otros lugares con altas concentraciones de transmisiones (en los que no se pueden realizar pruebas en vehículos) e integrarlas con las pruebas efectuadas en vehículos en exteriores para producir datos de patrones de radiofrecuencia;
- iv) por último, es necesario efectuar pruebas en vehículos por unidades incrementales o adaptar los patrones de las mediciones de radiofrecuencia en los casos en que se modifique la potencia o la inclinación o el ancho de haz de la antena, si se instala una nueva estación de base, si una estación cesa sus emisiones o si se producen cambios de topología como consecuencia de modificaciones del paisaje, instalación de infraestructuras o alteraciones del terreno, entre otros factores.

C.1.1.5 Diferencia de tiempo en la llegada en el enlace ascendente (UTDOA) – Unidad de Medición de Posición (LMU)

- a) Se trata de una solución basada en soportes lógicos y físicos que ha de implantarse con una BTS existente. Requiere infraestructura auxiliar para el proceso de recopilación de datos y presentación de la información requerida.
- b) La tecnología permite cumplir el requisito de 100 m/300 m para soluciones basadas en la red. Puede lograrse mayor exactitud en zonas urbanas, suburbanas o rurales en función de la distancia entre los emplazamientos y el número de vecinos.
- c) Es necesario llevar a cabo operaciones y actividades de mantenimiento adicionales del soporte físico de la LMU.
- d) Funcionamiento en GSM.
- e) Requisitos de la LMU:
 - i) dos vecinos necesarios como mínimo;
 - ii) infraestructura GPS (antena GPS y cable) para la sincronización;
 - iii) conexión de señalización necesaria entre el servidor de LMU y las LMU (situadas en la BTS);
 - iv) se trata de un elemento activo que requiere conectividad en la BTS.

C.1.1.6 Registro de la diferencia de tiempo en la llegada (O-TDOA)

- a) Ha de implantarse para la LTE.
- b) El O-TDOA es una técnica de trilateración en el enlace descendente que requiere que el equipo de usuario (UE) detecte al menos dos eNodosB adyacentes.
- c) El UE requiere apoyo del soporte lógico del O-TDOA con objeto de procesar las señales de varios eNodosB e interactuar con el servidor E-SMLC/SLP (Centro de localización móvil de servicio evolucionado/Plataforma de posición SUPL).

C.1.1.7 A-GPS

El GPS es un sistema de determinación de posición por satélite. Permite determinar la posición del UE y proporcionarla a la red. El A-GPS es una variante de GPS en la que la red proporciona datos de asistencia iniciales al UE con objeto de reducir el tiempo que se tarda en determinar la posición. Por lo general, los mecanismos basados en GPS no funcionan bien en interiores o sin cielo despejado.

- a) Características destacadas:
 - i) gran exactitud en zonas suburbanas, rurales o aisladas. Con fuerte señal (por ejemplo en entornos rurales con cielo despejado para el usuario), la exactitud puede ser superior a 10 m. En algunos entornos urbanos de alta concentración de emisiones o en interiores, la precisión puede degradarse hasta los 50-100 m;
 - ii) únicamente funciona en los teléfonos móviles de usuarios que incorporen GPS;
 - iii) el usuario puede controlar la activación del GPS.

C.1.2 Factores que determinan la exactitud de la posición

En todos los métodos de determinación de posición, excepto el A-GPS, la exactitud depende de la distancia entre emplazamientos y del número de vecinos de las BTS. Si la distancia entre emplazamientos disminuye, la exactitud aumenta.

Si el número de vecinos aumenta, también lo hará la exactitud.

C.1.3 Requisitos en materia de características y dificultades en relación con el soporte a los LBS

- a) Los modos de posición son necesarios, es decir, el GMLC (Centro de posición móvil de pasarela), el SMLC (Centro de localización de móviles en servicio) y sus interfaces conexas.
- b) En lo concerniente al soporte a los LBS, cabe destacar los siguientes requisitos para los elementos de red:
 - i) BSC/RNC:
 - interfaz Lb/Iupc en cada BSC/RNC;
 - características de red necesarias en cada BSC/RNC;
 - código de punto/GT/RNCID exclusivo en todos los BSC/RNC de todas las PLMN;
 - alcance BSC/RNC– STP (punto de transferencia de la señal) o conexión directa;
 - los BSC deben proporcionar el valor íntegro de CGI (Identificador mundial de célula) (MCC+MNC+LAC+CI) ;
 - los RNC deben proporcionar el valor íntegro de CGI (MCC+MNC+LAC/RNCID+CID);
 - Requisito de carga adicional en el BSC/RNC para el CDR (Registro detallado de llamada) de todas las llamadas.
 - ii) MSC/MME:
 - Interfaces Lg/SLg y SLs en cada MSC/MME;
 - Características de red necesarias en cada MSC/MME.
 - iii) HLR/HSS:
 - Interfaz Lh/SLh en cada HLR/HSS;
 - Características de red necesarias en cada HLR/HSS.
 - iv) BTS/Nodo B/E-Nodo B:
 - Requisito relativo a la distancia entre emplazamientos. La exactitud será mejor si disminuye la distancia entre emplazamientos y aumenta el número de vecinos en las soluciones basadas en la red.
- c) El aumento de la utilización de servicios basados en la posición repercute especialmente en varios elementos de red y en las actividades de señalización; ello podría exigir el redimensionamiento de varios elementos de red.

ANEXO D

Descripción de sistemas de conexión de retroceso inalámbricos

- Recomendación UIT-R F.746 – Disposición de radiocanales para sistemas del servicio fijo.
- Recomendación UIT-R F.752 – Técnicas de diversidad para sistemas inalámbricos fijos punto a punto.
- Recomendación UIT-R F.755 – Sistemas punto a multipunto en el servicio fijo.
- Recomendación UIT-R F.1093 – Efectos de la propagación multitrayecto en el diseño y funcionamiento de los sistemas inalámbricos fijos digitales con visibilidad directa.
- Recomendación UIT-R F.1101 – Características de los sistemas inalámbricos fijos digitales por debajo de 17 GHz aproximadamente.
- Recomendación UIT-R F.1102 – Características de los sistemas inalámbricos fijos que funcionan en bandas de frecuencias superiores a unos 17 GHz.
- Recomendación UIT-R F.1668 – Objetivos de característica de error para los enlaces inalámbricos fijos digitales utilizados en las conexiones ficticias de referencia y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km.
- Recomendación UIT-R F.1703 – Objetivos de disponibilidad para enlaces inalámbricos fijos digitales reales utilizados en las conexiones ficticias de referencia y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km.

ANEXO E

Descripción de las interfaces y los sistemas radioeléctricos de las IMT-2000

Ensanchamiento directo AMDC para las IMT-2000

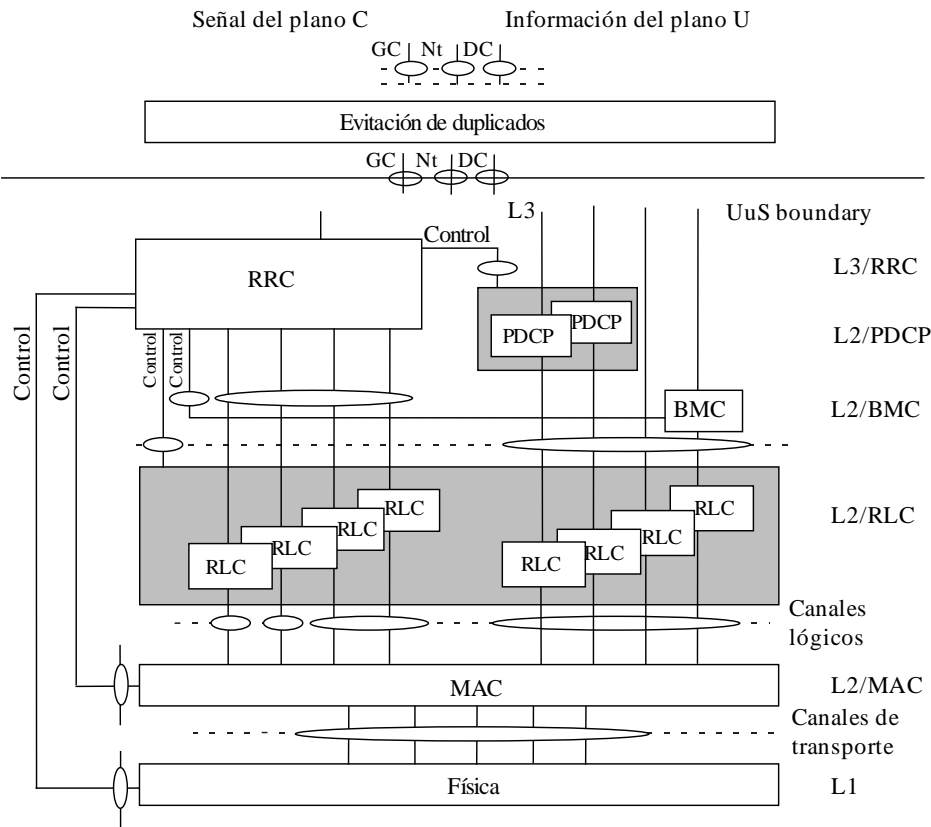
La Figura 23 muestra la arquitectura de protocolo de la interfaz radioeléctrica para la red de acceso radioeléctrico. A nivel general la arquitectura de protocolo es similar a la arquitectura de protocolo del UIT-R vigente descrita en la Recomendación UIT-R M.1035. La Capa 2 (L2) se divide en las subcapas siguientes: control del enlace radioeléctrico (RLC), control de acceso al medio (MAC), protocolo de convergencia de paquetes de datos (PDCP, 12 Rec. UIT-R M.1457-2) y control de la radiodifusión/multidifusión (BMC). La Capa 3 (L3) y el RLC se dividen en los planos de control (plano C) y de usuario (plano U). En el plano C, L3 se divide en subcapas, la más baja de las cuales, denominada control de recurso radioeléctrico (RRC), actúa como interfaz con L2. Se supone que la señalización de la capa superior tal como la gestión de movilidad (MM) y el control de la llamada (CC) pertenecen a la red central. No hay elementos L3 en esta interfaz radioeléctrica para el plano U.

Cada bloque de la Figura 23 representa una instancia del protocolo respectivo. Los puntos de acceso al servicio (SAP) para comunicación entre pares están marcados con círculos en la interfaz entre subcapas. El SAP entre la subcapa MAC y la capa física proporciona los canales de transporte. Un canal de transporte se caracteriza por la manera en que se transfiere la información a través de la interfaz radioeléctrica (véanse las secciones 5.1.1.3, «Capa física» y 5.1.1.3.1, «Canal de transporte», de la Recomendación UIT-R M.1457 que contiene un resumen de los tipos de canales de transporte definidos). Los SAP entre el RLC y la subcapa MAC proporcionan los canales lógicos. Un canal lógico se caracteriza por el tipo de información que se transfiere por la interfaz radioeléctrica. Los canales lógicos se dividen en canales de control y canales de tráfico. En este resumen no se especifican más detalles de los distintos tipos de canales lógicos. En el plano C, la interfaz entre el RRC y las subcapas L3 superiores (CC, MM) se define por los SAP de control general (GC), de notificación (Nt) y de control dedicado (DC). Estos SAP no volverán a ser tratados en este resumen.

En la Figura 23 también se muestran las conexiones entre el RRC y el MAC, así como entre el RRC y la L1 que suministran servicios locales de control entre capas (incluidos los resultados de mediciones). Existe una interfaz de control equivalente entre el RRC y la subcapa RLC. Estas interfaces permiten al RRC controlar la configuración de las capas inferiores. Por esta razón se definen SAP de control independientes entre el RRC y cada una de las capa inferiores (RLC, MAC y L1).

FIGURA 23

**Arquitectura del protocolo de la interfaz radioeléctrica
de la subcapa RRC (L2 y L1)**



Global Trends-23

AMDC DDT para las IMT-2000

La arquitectura del protocolo de la interfaz radioeléctrica para AMDC DDT en las IMT-2000 es la misma que en el caso de ensanchamiento directo AMDC, como se muestra en la Figura 23.

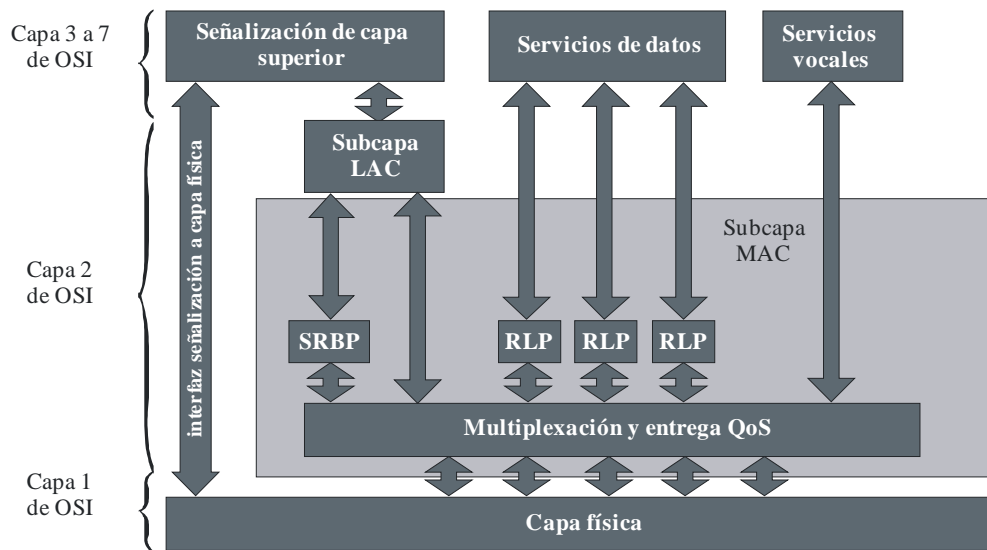
Multiportadora AMDC para las IMT-2000

Como se muestra en la Figura 24 esta interfaz radioeléctrica tiene una estructura estratificada que proporciona una combinación de servicios de voz, de paquetes de datos y de circuitos de datos, acordes con el modelo de referencia ISO/OSI (es decir, Capa 1 – Capa física, y Capa 2 – Capa de enlace). La Capa 2 se subdivide además en la subcapa de control de acceso de enlace (LAC, link access control) y la subcapa MAC. Los protocolos de aplicaciones y de capa superior que corresponden a las Capas 3 a 7 del modelo de referencia OSI utilizan los servicios proporcionados por la subcapa LAC, por ejemplo servicios de señalización, servicios vocales, servicios de datos (datos por paquetes y datos por circuitos).

En esta interfaz radioeléctrica se soporta un modelo de servicio generalizado de multimedia. Esto permite el funcionamiento de cualquier combinación de servicios de voz, paquetes de datos, y datos de circuitos. La interfaz radioeléctrica también incluye un mecanismo de calidad de servicio (QoS, quality of service) para equilibrar los requisitos de calidad de servicio que varían de servicios concurrentes múltiples (por ejemplo, para soportar capacidades de calidad de servicio de capa de red RSVP o RDSI).

FIGURA 24

Estructura general de la interfaz radioeléctrica



ANEXO F

Descripción de organizaciones externas

F.1 3GPP

El Proyecto común de tecnologías inalámbricas de la tercera generación (3GPP) comprende seis organizaciones de elaboración de normas sobre telecomunicaciones (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TTA, TTC), conocidas como «organizaciones asociadas», y proporciona a los miembros un medio independiente y estable para elaborar los informes y las especificaciones en virtud de los cuales se especifican y definen las tecnologías 3GPP. La labor realizada en el marco del 3GPP hace hincapié en proyectos y estudios específicos cuyo objetivo es fomentar la evolución y la mejora de las normas de base del sector de las comunicaciones móviles celulares a escala mundial.

El proyecto abarca tecnologías de redes de telecomunicaciones celulares, en particular acceso radioeléctrico, red de transporte central y capacidades de servicio, incluidos trabajos sobre códecs, seguridad y calidad del servicio. Por lo tanto, proporciona especificaciones de sistema exhaustivas. Las especificaciones también abarcan conexiones para acceso no radioeléctrico a la red central, y para el interfuncionamiento con redes Wi-Fi.

Las especificaciones y los estudios 3GPP se basan en contribuciones de las empresas miembro, en el marco de Grupos de trabajo y el Grupo de Especificaciones Técnicas.

Para obtener más información consúltese <http://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>

F.2 3GPP2

El Proyecto común de tecnologías inalámbricas de la tercera generación N.º 2 (3GPP2) es un proyecto de asociación destinado al establecimiento de especificaciones de telecomunicaciones para sistemas de tercera generación, constituido por entidades de América del Norte y Asia que elaboran especificaciones generales para la evolución de la red de operaciones entre sistemas de radiotelecomunicaciones celulares ANSI/TIA/EIA-41 (MC_CDMA/cdma2000) a las IMT-2000, y especificaciones generales para las tecnologías de transmisión radioeléctrica (RTT) admitidas por ANSI/TIA/EIA-41.

El 3GPP2 surgió a raíz de la iniciativa «IMT-2000» de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) sobre Telecomunicaciones Móviles Internacionales.

F.3 IEEE

La Asociación de Normas IEEE (IEEE-SA) es un órgano de elaboración de normas reconocido a nivel internacional en el marco del IEEE, cuyo objetivo es fomentar normas de consenso por medio de un proceso abierto en el que participan el sector industrial y una amplia comunidad de partes interesadas. Las normas IEEE sirven para establecer especificaciones y mejores prácticas sobre la base de conocimientos científicos y tecnológicos. La IEEE-SA ha elaborado más de 900 normas y actualmente desarrolla más de 500.

El Comité de Normalización 802 LAN/MAN del IEEE elabora y mantiene normas y prácticas recomendadas sobre redes locales y metropolitanas, y otras redes de área, mediante un proceso abierto y acreditado, y las refrenda a nivel mundial. Las normas de utilización más generalizada son las relativas a Ethernet, la conexión en puente y en puente virtual de redes LAN y LAN inalámbricas, PAN inalámbricas, MAN inalámbricas, coexistencia inalámbrica, servicios de traspaso con independencia del medio y RAN inalámbricas. Estas normas las publica la IEEE-SA del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Existen grupos de trabajo específicos para cada esfera de trabajo.

La elaboración y el mantenimiento de las normas IEEE pertinentes sobre AMDFO DDT WMAN IMT-2000, denominadas IEEE Std 802.16 y IEEE Std 802.16.1, corren a cargo del Grupo de Trabajo IEEE 802.16 sobre acceso inalámbrico de banda ancha.

ANEXO G

Recomendaciones e Informes publicados y actividades en curso del UIT-R en relación con las IMT terrenales

G.1 Esquema general de la relación entre los resultados del GT 5D del UIT-R y sus actividades en curso (desde la 13ª reunión del GT 5D)

	IMT-2000 e IMT-Avanzadas	«IMT-2020» ⁵⁸
Aspectos relacionados con la aplicación y el servicio	–	– Recomendación UIT-R M.[IMT.VISION]
Aspectos relacionados con la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> – Informe UIT-R M.2117-1 – Informe UIT-R M.2291-0 – Informe UIT-R M.[IMT.AV] 	<ul style="list-style-type: none"> – Informe UIT-R M.2320-0 – Informe UIT-R M.[IMT.ABOVE 6 GHz]
Aspectos relacionados con el espectro	<ul style="list-style-type: none"> – Recomendación UIT-R M.1457 – Recomendaciones UIT-R M.1580-5, UIT-R M.1581-5 – Recomendación UIT-R M.2012 – Recomendaciones UIT-R M.2070, UIT-R M.2071 – Revisión de la Recomendación UIT-R M.1579-1 – Informe UIT-R M.[IMT.ARCH] 	<ul style="list-style-type: none"> – Informe UIT-R M.[IMT.BEYOND2020 TRAFFIC]

G.2 Recomendaciones e Informes publicados por el UIT-R en relación con las IMT terrenales

G.2.1 Informe UIT-R M.2117-1 – Equipo radioeléctrico especificado por software en los servicios móvil terrestre, de radioaficionados y de radioaficionados por satélite

El presente informe trata sobre la aplicación y las repercusiones de los equipos radioeléctricos especificados por software (SDR) en los sistemas móviles terrestres, en particular los sistemas de las IMT, sistemas de despacho, sistemas de transporte inteligente (ITS), sistemas móviles públicos, incluidos los de protección pública y socorro en caso de catástrofe (PPDR), sistemas celulares de primera y segunda generación, incluidas sus mejoras, y sistemas de aficionados y de aficionados por satélite. También aborda cuestiones sobre sus características, descargas de software, seguridad, aspectos operacionales tales como utilización del espectro y flexibilidad, certificación y conformidad, y aplicaciones SDR para sistemas móviles terrestres específicos.

La primera revisión de este informe se basó en los recientes resultados de los estudios del UIT-R sobre los sistemas radioeléctricos especificados por software (SDR) y los sistemas de radiocomunicaciones inteligentes (CRS). Un estudio reciente del UIT-R proporciona definiciones adecuadas sobre los SDR y los CRS.

⁵⁸ La expresión «IMT-2020» es una terminología reservada y se espera fijar el nombre específico que se adoptará para el desarrollo futuro de las IMT en la Asamblea de Radiocomunicaciones de 2015.

El contenido relativo a los CRS y sus tecnologías conexas se suprimió de este informe, ya que los temas sobre los CRS se abordan y describen pormenorizadamente en el Informe UIT-R M.2225. La expresión «IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000» se sustituyó por la expresión general «Sistemas IMT», habida cuenta de los avances del estudio del UIT-R sobre las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas. Las aplicaciones SDR para los ITS, PPDR y los sistemas de aficionados y aficionados por satélite también se actualizaron con arreglo a los recientes avances de las tecnologías conexas.

G.2.2 Recomendación UIT-R M.1457-11 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)-2000 (IMT-2000)

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

La Asamblea de Radiocomunicaciones recomienda que para la componente terrenal de las IMT-2000 se utilicen las interfaces radioeléctricas que se proporcionan a continuación:

- Ensanchamiento directo AMDC para las IMT-2000
- Multiportadora AMDC para las IMT-2000
- AMDC DDT para las IMT-2000
- Portadora única AMDT para las IMT-2000
- AMDF/AMDT para las IMT-2000
- WMAN AMDFO-DDT para las IMT-2000.

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

Las modificaciones principales de la undécima revisión de la Recomendación UIT-R M.1457 incluyen la adición de capacidades mejoradas para algunas de las interfaces radioeléctricas y las correspondientes modificaciones en los puntos sobre «visión general» del texto, así como las especificaciones globales básicas. Además, se han actualizado las referencias de la transposición. También se han vuelto a añadir el punto 6 («Recomendaciones sobre límites de emisiones no deseadas») y el Anexo 1 («Abreviaturas») (se omitieron por error en la versión precedente de la Recomendación). También se añadió una nota en la Introducción para aclarar la relación entre las Recomendaciones UIT-R M.1457 y UIT-R M.2012. Se incluyó igualmente al principio de cada punto 5.x.2 una frase aclaratoria sobre las especificaciones.

G.2.3 Recomendación UIT-R M.1457-12 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)

La 12ª revisión de la Recomendación UIT-R M.1457 tiene por objeto mantener actualizadas las tecnologías especificadas de la componente terrenal de las IMT-2000. Los cambios principales incluyen la adición de capacidades mejoradas para algunas de las interfaces radioeléctricas y las correspondientes modificaciones en los puntos sobre «visión general» del texto, así como las especificaciones globales básicas. Además, se han actualizado las referencias de la transposición.

G.2.4 Recomendación UIT-R M.1768-1 – Metodología de cálculo de las necesidades de espectro del componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales

La presente Recomendación ofrece una metodología de cálculo de las necesidades espectrales con vistas al ulterior desarrollo de las IMT. La metodología adapta una compleja combinación de servicios extraídos de estudios de mercado y categorías de servicio de diverso volumen de tráfico y limitaciones propias de calidad de servicio. La metodología tiene en cuenta las variaciones temporales y regionales del tráfico. Aplica un criterio tecnológicamente neutral para responder al surgimiento y establecimiento de sistemas que utilizan el enfoque del Grupo de técnicas de acceso radioeléctrico (GTAR), con un conjunto reducido de parámetros radioeléctricos. Los cuatro GTAR considerados abarcan todas las tecnologías de acceso radioeléctrico.

GTAR 1: Sistemas anteriores a las IMT, IMT-2000 y sus ampliaciones.

GTAR 2: Sistemas de las IMT-Avanzadas, según se describen en la Recomendación UIT-R M.2012.

GTAR 3: LAN de radiocomunicaciones existentes y sus ampliaciones.

GTAR 4: Sistemas radiodifusión móvil digital y sus ampliaciones.

La metodología distribuye el tráfico entre los distintos GTAR y entornos radioeléctricos sobre la base de las informaciones técnicas de mercado. Para los GTAR 3 y GTAR 4 no se calcula ninguna necesidad de espectro. Para el tráfico distribuido a los GTAR 1 y GTAR 2, la metodología transforma los volúmenes de tráfico provenientes de estudios de mercado 40 Rec. UIT-R M.1768-1 en necesidades de capacidad mediante algoritmos específicos, ya sea para categorías de servicios de paquetes conmutados o de circuitos conmutados (procedimiento de reserva), y tiene en cuenta además la ganancia producida en los servicios gracias a la multiplexión de paquetes con diversas características de calidad de servicio. La metodología transforma las necesidades de capacidad en necesidades de espectro mediante valores de eficacia de espectro. Considera implantaciones prácticas de redes para ajustar las necesidades de espectro y calcula las necesidades totales de espectro para un ulterior desarrollo de las IMT.

La primera revisión de esta Recomendación comprende dos cambios en la propia metodología y varias actualizaciones de redacción. Las modificaciones a las metodologías son las siguientes:

- introducción del concepto de granularidad del desarrollo del espectro por operador y por entorno radioeléctrico para incrementos mejorados;
- debido a la mejora en el desarrollo de las redes de las IMT avanzadas se ha cambiado el método de compartición del espectro entre diferentes entornos radioeléctricos en las IMT avanzadas (GTAR 2) para que las macrocélulas y las microcélulas puedan utilizar las mismas frecuencias. Esta modificación puede repercutir en la eficacia de utilización del espectro que ha de tenerse en cuenta en los valores de los parámetros de entrada.

G.2.5 «Guía de usuario sobre la herramienta de estimación del espectro para las IMT» en la página web del GT 5D del UIT-R

En la Recomendación UIT-R M.1768-1 se presenta una herramienta para aplicar la metodología de determinación de las necesidades de espectro a escala mundial para las IMT. Tanto la metodología como la herramienta citadas también podrían utilizarse para estimar las necesidades globales de espectro para las IMT de un país determinado si se especifican todos los parámetros de entrada (como se describe en la propia metodología).

G.2.6 Informe UIT-R M.2289-0 – Futuros parámetros radioeléctricos para uso con el método de estimación del espectro IMT terrenal de la Recomendación UIT-R M.1768-1

En este Informe se presentan los futuros parámetros radioeléctricos que han de utilizarse en el método de estimación del espectro IMT terrenal de la Recomendación UIT-R M.1768-1, así como la estimación del espectro futuro para los sistemas IMT terrenales, en particular para 2020 y en adelante.

G.2.7 Informe UIT-R M.2292-0 – Características de los sistemas terrenales de las IMT-Avanzadas para los análisis de compartición de frecuencias/interferencia

Los sistemas IMT han constituido el principal método para proporcionar aplicaciones móviles de banda ancha de área extensa. Con objeto de satisfacer las necesidades asociadas al aumento de tráfico en las comunicaciones móviles y la demanda de los usuarios de velocidades de datos más elevadas, se prevé implantar a nivel mundial las IMT-Avanzadas, que son una evolución de las IMT-2000.

Tal vez sea necesario emprender en el UIT-R estudios de compartición de frecuencias y análisis de interferencia en relación con los sistemas IMT y otros sistemas y servicios que funcionan en las mismas bandas, o en bandas adyacentes. A fin de realizar los estudios de compartición necesarios con respecto a los sistemas IMT y los sistemas de otros servicios, es necesario conocer las características de la componente terrenal de los sistemas de las IMT-Avanzadas.

En el presente Informe se proporcionan las características básicas de los sistemas terrenales de las IMT-Avanzadas para la utilización de estudios de compartición y compatibilidad entre los sistemas de las IMT-Avanzadas y otros sistemas y servicios.

G.2.8 Informe UIT-R M.2291-0 – Utilización de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales para aplicaciones de banda ancha de protección pública y socorro en caso de catástrofe

En este Informe se analiza la utilidad de las IMT, en particular los sistemas LTE, para soportar aplicaciones actuales, y posibles en un futuro, de PPDR. Las aplicaciones de comunicaciones de banda ancha para PPDR se detallan en una serie de Resoluciones, Recomendaciones e Informes del UIT-R; en este informe se han evaluado las capacidades del sistema LTE para dar soporte a dichas aplicaciones. También se han tenido en cuenta los beneficios que puede brindar la utilización de características técnicas y capacidades funcionales comunes para las interfaces radioeléctricas, con objeto de atender a las necesidades de comunicación de los organismos de seguridad pública. Por otro lado, en el Informe se describen las características y ventajas que hacen que los sistemas LTE sean especialmente adecuados para aplicaciones PPDR, con respecto a los sistemas PPDR tradicionales.

G.2.9 Informe UIT-R M.2290-0 – Estimación de los futuros requisitos de espectro para las IMT terrenales

En este Informe se proporcionan los resultados de los estudios sobre estimaciones de requisitos de espectro para las IMT terrenales. Dichos requisitos se determinan por medio del método de cálculo que se define en la Recomendación UIT-R M.1768-1 y los correspondientes valores de los parámetros de entrada, teniendo en cuenta los recientes avances tecnológicos y el despliegue de redes IMT terrenales, así como el desarrollo comercial de las telecomunicaciones móviles en los últimos años.

Los requisitos totales de espectro con respecto al GTAR 1 (Sistemas anteriores a las IMT, IMT-2000 y sus ampliaciones) y al GTAR 2 (IMT-Avanzadas) para el año 2020 se estiman con arreglo a los parámetros de ambos grupos con objeto de tener en cuenta las diferencias de mercado, despliegue y evolución de los servicios de datos de comunicaciones móviles en varios países. Los requisitos totales de espectro estimados en relación con los RATG 1 y 2 son 1 340 MHz y 1 960 MHz para densidades de usuarios baja y elevada, respectivamente.

G.2.10 Recomendación UIT-R M.2012-1 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las telecomunicaciones móviles internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas)

En la presente Recomendación se identifican las tecnologías de la interfaz radioeléctrica terrenal de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas) y se presentan las especificaciones detalladas de la interfaz radioeléctrica de la «LTE-Avanzada» y la «MAN Inalámbrica-Avanzada». En estas especificaciones de la interfaz radioeléctrica se detallan las características y los parámetros de las IMT-Avanzadas. La primera revisión de la Recomendación UIT-R M.2012 tiene por objeto mantener actualizadas las tecnologías especificadas para la componente terrenal de las IMT-Avanzadas. Los cambios principales incluyen la adición de capacidades mejoradas para las tecnologías de las interfaces radioeléctricas,

y algunas modificaciones consiguientes en las secciones del texto que ofrecen un punto de vista general, así como de las especificaciones globales básicas. También se han actualizado las referencias de trasposición.

Por otro lado, se ha añadido una nota a la Introducción para aclarar la relación entre las Recomendaciones UIT-R M.1457 y UIT-R M.2012, y también se ha incorporado un *observando b)* para hacer referencia a los resultados de la evaluación de las RIT/SRIT revisadas.

G.2.11 Recomendación UIT-R M.1579-2 – Circulación a nivel mundial de los terminales terrenales IMT

El objetivo de esta Recomendación es establecer las bases técnicas para la circulación a escala mundial de terminales terrenales IMT que no causen interferencia perjudicial en ningún país por el que circulen:

- ajustándose a las especificaciones de la interfaz radioeléctrica terrenal de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas; y
- cumpliendo los límites de las emisiones no deseadas establecidos para las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas.

La revisión de la Recomendación UIT-R M.1579-1 sienta las bases técnicas sobre la circulación a escala mundial de terminales terrenales IMT.

G.2.12 Recomendación UIT-R M.1580-5 – Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones de base que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000, y Recomendación UIT-R M.1581-5 – Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000

En la Recomendación UIT-R M.1580-5 se proporcionan las características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones de base que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000. En la Recomendación M.1581-5 se especifican las características genéricas de las emisiones no deseadas de las estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000, adecuadas para establecer las bases técnicas de difusión mundial de los terminales IMT-2000. La implementación de las características de las estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000 en cualquiera de las bandas señaladas en la presente Recomendación está sujeta a su conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones.

G.2.13 Recomendación UIT-R M.2070 – Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones de base que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-Avanzadas), y Recomendación UIT-R M.2071 – Características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-Avanzadas)»

En la Recomendación UIT-R M.2070 se proporcionan las características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones de base que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-Avanzadas, y en la Recomendación UIT-R M.2071 se proporcionan las características genéricas de las emisiones no deseadas procedentes de estaciones móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-Avanzadas, adecuadas para establecer las bases técnicas de la circulación a escala mundial de terminales de las IMT-Avanzadas. La implementación de las características de las estaciones de base/móviles que utilizan las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-Avanzadas en cualquiera de las bandas señaladas en la presente Recomendación está sujeta a su conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones.

G.2.14 Informe UIT-R M.2039-3 – Características de los sistemas IMT-2000 terrenales para los análisis de compartición de frecuencias/interferencia

En este Informe se proporcionan las características básicas de los sistemas IMT-2000 terrenales, que se utilizarán exclusivamente en los estudios de compartición de frecuencias y de análisis de interferencia entre sistemas IMT-2000, y entre dichos sistemas IMT-2000 y los de otro tipo.

En las Recomendaciones UIT-R M.1457, UIT-R M.1580 y UIT-R M.1581 se proporciona información normativa sobre las interfaces IMT-2000.

Los parámetros relativos a las interfaces de las IMT-Avanzadas no se abordan en este Informe. Ello se hace en el Informe UIT-R M.2292.

Las características de las interfaces IMT-2000 se han agrupado con arreglo a las siguientes gamas de frecuencia:

- por debajo de 1 GHz;
- de 1 a 3 GHz;
- de 3 a 6 GHz.

En los cuadros se indican las variaciones, en su caso, de bandas específicas.

G.2.15 Informe UIT-R M.2320 – Futuras tendencias tecnológicas de los sistemas IMT terrenales

En este Informe se proporciona una visión general de los futuros aspectos técnicos de los sistemas IMT terrenales para el periodo 2015-2020 y en adelante. Ofrece información sobre las características técnicas y operacionales de los sistemas IMT, incluida la evolución de las IMT mediante avances tecnológicos y técnicas espectralmente eficientes, así como su despliegue.

Las tecnologías descritas en el Informe comprenden diversos facilitadores tecnológicos susceptibles de implantarse en el futuro. El Informe no excluye la adopción de cualquier otra tecnología existente o que pudiera surgir en el futuro, habida cuenta del posible advenimiento de tecnologías emergentes en el futuro.

G.2.16 Informe UIT-R M.2334 – Sistemas de antenas pasivas y activas para las estaciones de base de los sistemas de las IMT

En este informe se abordan varios aspectos de los sistemas de antenas activos y pasivos para las estaciones de base de los sistemas IMT, en particular las definiciones de los sistemas de antenas, componentes y terminología conexos, definiciones de tolerancias y parámetros de calidad de funcionamiento comunes, directrices sobre tolerancias y parámetros de calidad de funcionamiento y examen de conceptos avanzados.

G.3 Trabajos en marcha en el GT 5D del UIT-R

G.3.1 Proyecto de nueva Recomendación UIT-R M.[IMT.VISION] – «Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond» (Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT para 2020 y en adelante)

En este proyecto de nueva Recomendación se definen el marco y los objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT para 2020 y los años posteriores, habida cuenta del papel que pueden desempeñar las IMT para satisfacer mejor las necesidades de conexión de la sociedad en el futuro. En esta Recomendación se describe pormenorizadamente el marco del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y los años posteriores. Dicho marco se define teniendo en cuenta el desarrollo actual de los sistemas de las IMT con respecto al ámbito y los objetivos generales que se describen en la Recomendación UIT-R M.1645. En esta Recomendación se aborda el marco y los objetivos del desarrollo futuro de las IMT para 2020 y los años posteriores con objeto de satisfacer las necesidades de servicios hipotéticos futuros, y se analizan varios casos relativos a la evolución de las IMT existentes y las capacidades de los nuevos sistemas IMT.

G.3.2 Proyecto de 5ª revisión de la Revisión UIT-R M.1036 – Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) para las IMT

Este proyecto de 5ª revisión de la Recomendación proporciona directrices sobre la selección de disposiciones de frecuencias de transmisión y recepción aplicables a la componente terrenal de los sistemas IMT, así como sobre las propias disposiciones, con el objetivo de servir de ayuda a las administraciones en aspectos técnicos relativos al espectro que sean pertinentes para la implementación y utilización de la componente terrenal de IMT identificada en el RR. Las disposiciones de frecuencias se recomiendan desde el punto de vista de permitir la utilización más eficiente y eficaz del espectro para la provisión de servicios IMT, al tiempo que se minimiza el impacto sobre otros sistemas o servicios en dichas bandas, facilitando el crecimiento de los sistemas IMT.

G.3.3 Proyecto de 2ª revisión de la Recomendación UIT-R M.2012 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las telecomunicaciones móviles internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas)

El proyecto de 2ª revisión de la Recomendación UIT-R M.2012 tiene como objetivo abarcar los avances tecnológicos más recientes relativos a las RIT y SRIT de las IMT-Avanzadas sobre la base de la información aportada por los Proponentes de las GCS, y añadir nuevas RIT/SRIT en el caso de que se propongan, evalúen y acuerden nuevas propuestas para incluirlas en el marco del actual proceso.

G.3.4 Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.ABOVE 6 GHz] – Viabilidad técnica de las IMT en las bandas por encima de 6 GHz

Este Informe tiene como objetivo analizar la viabilidad técnica de las IMT en las bandas por encima de 6 GHz, y proporcionar la información pertinente al respecto. En particular, sobre cómo los planteamientos de los sistemas IMT actuales, su evolución y/o sistemas y tecnologías de interfaz radioeléctrica de las IMT potencialmente nuevos podrían ser apropiados para su funcionamiento en las bandas por encima de 6 GHz, teniendo en cuenta las repercusiones de las características de propagación relacionadas con la posible operación futura de las IMT en esas bandas. Se examinan facilitadores tecnológicos tales como los avances en los componentes activos y pasivos, técnicas de antenas, arquitecturas de despliegue y los resultados de las simulaciones y las pruebas sobre calidad de funcionamiento.

G.3.5 Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.BEYOND2020 TRAFFIC] – Estimaciones de tráfico de las IMT para después de 2020

Este proyecto de nuevo Informe proporcionará estimaciones de tráfico de las IMT (incluidos servicios celulares y móviles de banda ancha) y del número de abonados, así como otro tipo de información pertinente que repercute en las estimaciones de tráfico. Este Informe abarca el período 2020-2025 y los años posteriores.

G.3.6 Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.SMALL CELL] – Estudio de compatibilidad entre las redes del SFS y los sistemas IMT en la banda 3 400-3 600 MHz para despliegues basados en células de pequeño tamaño

Este proyecto de nuevo Informe abarca el estudio de la compatibilidad entre las redes del SFS y los sistemas de las IMT en la banda de frecuencias de 3 400-3 600 MHz para despliegues basados en células de pequeño tamaño en la misma zona geográfica y en zonas adyacentes, sobre la base de atribuciones/identificaciones de la CMR-07 existentes. Las repercusiones de otros tipos de despliegue posibles para las IMT basados en macrocélulas y microcélulas que operan en consonancia con las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones no se examinan en el presente Informe del UIT-R, puesto que ello se aborda en el Informe UIT-R M.2109. Las técnicas de mitigación tales como las tecnologías robustas y flexibles utilizadas en despliegues de las IMT basados en células de pequeño tamaño para facilitar la protección de las redes del SFS también se examinan en los casos en los que los mecanismos de compartición de espectro se consideran adecuados.

G.3.7 Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[TDD.COEXISTENCE] – Coexistencia de dos redes DDT en la banda de frecuencias 2 300-2 400 MHz.

En la CMR-07 se identificó la banda 2 300-2 400 MHz a nivel mundial para las IMT, de conformidad con la nota **5.384A** del Reglamento de Radiocomunicaciones. La banda 2 300-2 400 MHz se utiliza, o está previsto que se utilice, para el acceso inalámbrico de la banda ancha móvil (BWA), incluidas las tecnologías de las IMT en varios países. Este proyecto de nuevo Informe abordará la coexistencia de dos bloques de espectro adyacentes ubicados conjuntamente en la banda de frecuencias de 2 300-2 400 MHz en modo DDT, con objeto de aprovechar al máximo las ventajas que brinda la utilización armonizada de dicha banda.

G.3.8 Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.ARCH] – Arquitectura y topología de las redes IMT

Este proyecto de nuevo Informe proporciona una visión general de la arquitectura y la topología de las redes IMT y aporta información sobre el dimensionamiento de los correspondientes requisitos de transporte en estas topologías. El documento abarca diversos aspectos de índole general sobre arquitectura.

G.3.9 Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.AV] – Capacidades y aplicaciones audiovisuales interactivas de unidifusión y multidifusión suministradas a través de los sistemas terrenales de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT)

En este proyecto de nuevo Informe se describen las características técnicas y operacionales de los servicios y las aplicaciones audiovisuales interactivos de unidifusión y multidifusión a través de sistemas IMT terrenales (AV en las IMT), habida cuenta de la evolución de las necesidades y la demanda de los usuarios, las tendencias y los nuevos comportamientos de los usuarios, y las necesidades, metas y funciones específicas en las economías en desarrollo.

G.3.10 Proyecto de Nuevo Informe UIT-R M.[IMT.ARRANGEMENTS] – Disposición de canales para las IMT adaptada a la banda de frecuencias por debajo de 790 MHz hasta en torno a 694 MHz para la Región 1

En este proyecto de Nuevo Informe se proporciona la disposición armonizada de canales para las IMT adaptada a la banda de frecuencias por debajo de 790 MHz hasta en torno a 694 MHz para la Región 1, de conformidad con el «*invita al UIT-R 2*» de la Resolución 232 (CMR-12), en el que se refrenda el punto 1.2 del orden del día de la CMR-15, habida cuenta de las actuales disposiciones en la Región 1 en las bandas comprendidas entre 790 y 862 MHz definidas en la versión más reciente de la Recomendación UIT-R M.1036, con el propósito de garantizar la coexistencia con las redes que funcionan en la nueva atribución y las redes operativas en la banda 790-862 MHz.

Actividades en curso del GT 5D del UIT-R cuya finalización está prevista en junio de 2015 (22ª reunión del GT 5D):

- Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.SMALL CELL]
- Revisión de la Recomendación UIT-R M.1036
- Proyecto de nueva Recomendación UIT-R M.[IMT VISION]
- Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.ABOVE 6 GHz]
- Revisión de la Recomendación UIT-R M.2012-1
- Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.ARCH]
- Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.BEYOND 2020 TRAFFIC]
- Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[IMT.AV]
- Proyecto de nuevo Informe UIT-R M.[TDD.COEXISTENCE].

G.4 Lista exhaustiva de las Recomendaciones e Informes del UIT-R sobre las IMT

En las siguientes páginas web figura el conjunto de Recomendaciones e Informes del UIT-R que guardan relación con las IMT, aun si no son responsabilidad del GT 5D:

- Recomendaciones del UIT-R sobre las IMT: www.itu.int/itu-r/go/imt-rec
- Informes del UIT-R sobre las IMT: www.itu.int/itu-r/go/imt-rep

ANEXO H

**Recomendaciones e Informes sobre la componente de satélite de las IMT
(y aspectos conexos)**

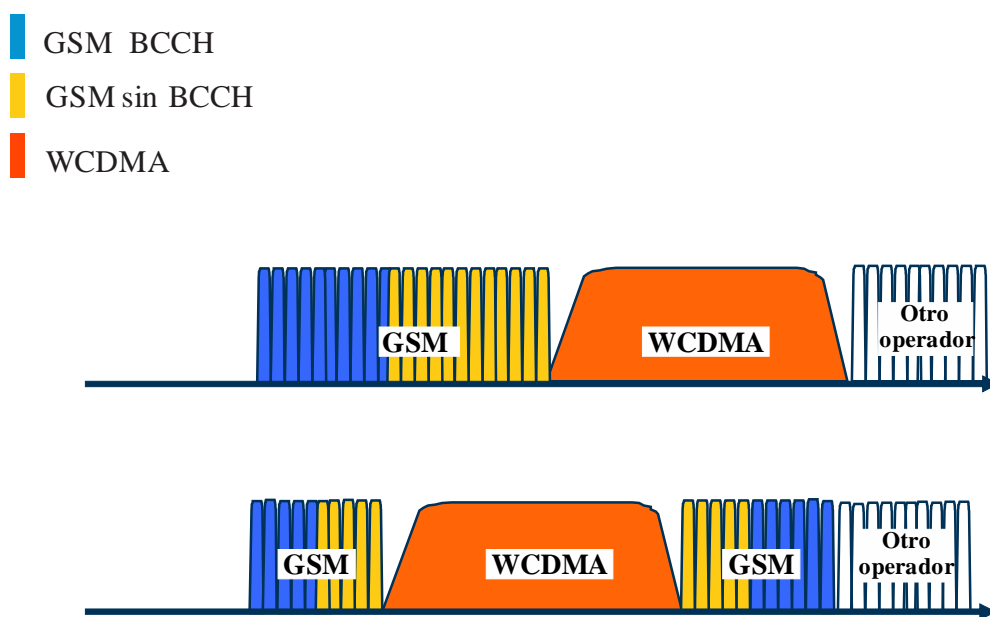
- Recomendación UIT-R M.1850-1 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de la componente de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT-2000)
- Informe UIT-R M.2176-1 – Visión y requisitos de las interfaces radioeléctricas de los satélites de las IMT-Avanzadas)
- Informe UIT-R M.2279 – Resultado de la evaluación, creación de consenso y toma de decisiones con respecto al proceso de satélite de las IMT-Avanzadas (etapas 4 a 7), incluidas las características de las interfaces radioeléctricas de satélite de las IMT-Avanzadas)
- Recomendación UIT-R M.2047 – Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales-avanzadas (IMT-Avanzadas)
- Recomendación-UIT-R M.687-2 – Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.818-2 – Funcionamiento por satélite en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.1167 – Marco general sobre la componente de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.1391-1 – Metodología para el cálculo de los requisitos de espectro para los satélites de las telecomunicaciones móviles internacionales 2000 (IMT 2000)
- Informe UIT-R M.2041 – Compartición y compatibilidad de banda adyacente en la banda 2,5 GHz entre las componentes terrenales y de satélite de las IMT-2000)
- Informe UIT-R M.2077 – Previsiones de tráfico y estimación de requisitos de espectro para la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000 durante el periodo 2010 a 2020

ANEXO I

Migración de tecnología en una banda de frecuencias determinada**I.1 Atribución de recursos de frecuencia**

Cabe distinguir dos modos de atribución de frecuencias, en función de la utilización de los recursos de espectro del operador, a saber, atribución de frecuencias de borde, y atribución de frecuencias en alternancia. Los esquemas correspondientes se muestran en la Figura 25.

FIGURA 25

Atribuciones de frecuencia multi-RAT

Global Trends-25

Atribución de frecuencias de borde

Las frecuencias de los sistemas UMTS/LTE y GSM se disponen de forma contigua y mantienen una separación de frecuencia central normalizada con respecto a las frecuencias UMTS/LTE y GSM de otros operadores.

Atribución de frecuencias en alternancia

En la banda de frecuencias de un operador las frecuencias UMTS/LTE se disponen en la parte central y las frecuencias GSM a ambos lados de la misma. Si el operador posee suficientes recursos de frecuencia puede atribuir una segunda portadora UMTS, o mayor anchura de banda LTE, a medida que se amplían los servicios de red. En ese caso, las frecuencias UMTS/LTE pueden disponerse en uno de los extremos de la banda de frecuencias del operador de forma alternante asimétrica. El espectro GSM en el otro extremo será tan amplio como sea posible, y en consecuencia, la planificación de las frecuencias UMTS/LTE no requerirá ajuste alguno, lo que facilitará la ampliación de capacidad.

Si bien sólo es necesaria una banda de guarda adicional en el método en el que se utiliza un solo extremo, en la atribución en alternancia se requieren dos bandas de guarda adicionales. Para la atribución en alternancia no es necesario tener en cuenta la interferencia con los sistemas de otros operadores.

Planificación de separación de frecuencias no normalizada

Debido a la limitación de recursos de frecuencia y la elevada demanda de capacidad GSM, se puede aplicar una separación de frecuencias no normalizada para lograr una utilización de frecuencias más eficaz.

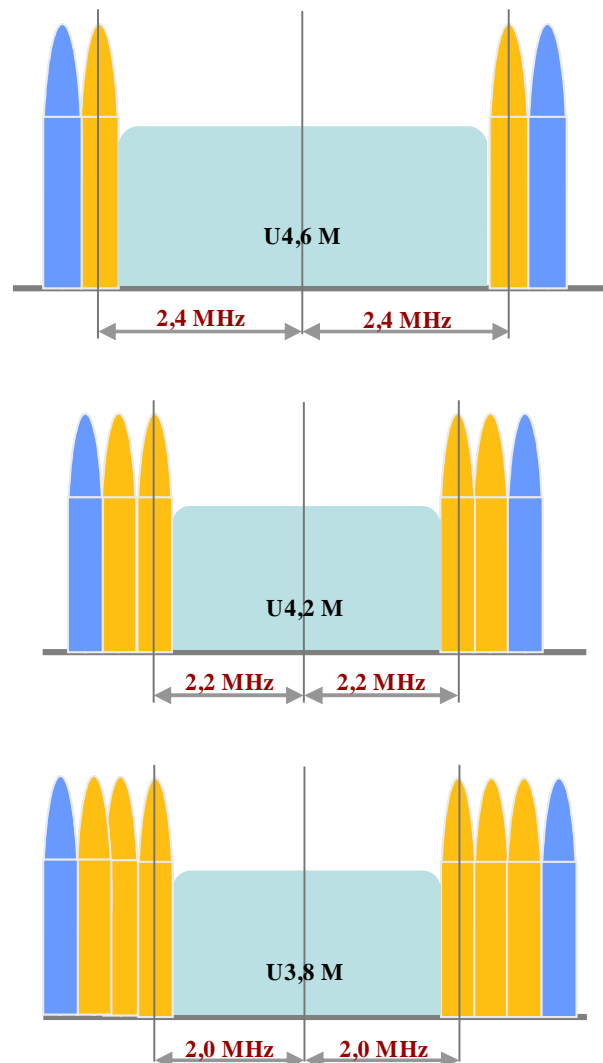
En la red UMTS de 900 MHz la anchura de banda puede ser inferior a 5 MHz debido al menor recurso de frecuencias de la red GSM. De ahí que se aplique una separación de frecuencias no normalizada. Se recomienda la solución de 4,2 MHz en UMTS para que el despliegue de redes UMTS sea viable y beneficie a las redes GSM. También son posibles en UMTS las soluciones de 4,6 MHz y 3,8 MHz. Como se muestra en la Figura 26, al usar una anchura de banda no normalizada para UMTS de 4,6 MHz, 4,2 MHz o 3,8 MHz, pueden reservarse 2, 4 ó 6 canales de frecuencia para GSM respectivamente.

Es posible utilizar una portadora de frecuencia tan baja como 4,2 MHz en WCDMA. Aunque las anchuras de banda inferiores a 5 MHz no se hayan normalizado para la MS o la estación de base radioeléctrica (RBS), cabe señalar que en esos casos la pérdida de capacidad en WCDMA es mínima.

El método de atribución en alternancia es la solución idónea si se atribuye una portadora de 4,2 MHz al WCDMA. En ese caso, es preferible utilizar una portadora de WCDMA situada en el centro de su propio espectro para garantizar la coordinación con otros operadores. \$\$

FIGURA 26

Configuración de la separación no normalizada en UMTS



La dificultad es similar para las bandas de 1 800 MHz con redistribución orientada a la LTE. Si el recurso de frecuencia de 1 800 MHz que posee un operador es insuficiente, es posible habilitar una anchura de banda compacta para permitir el despliegue de la red LTE1800 mediante la redistribución de frecuencias de otras redes GSM.

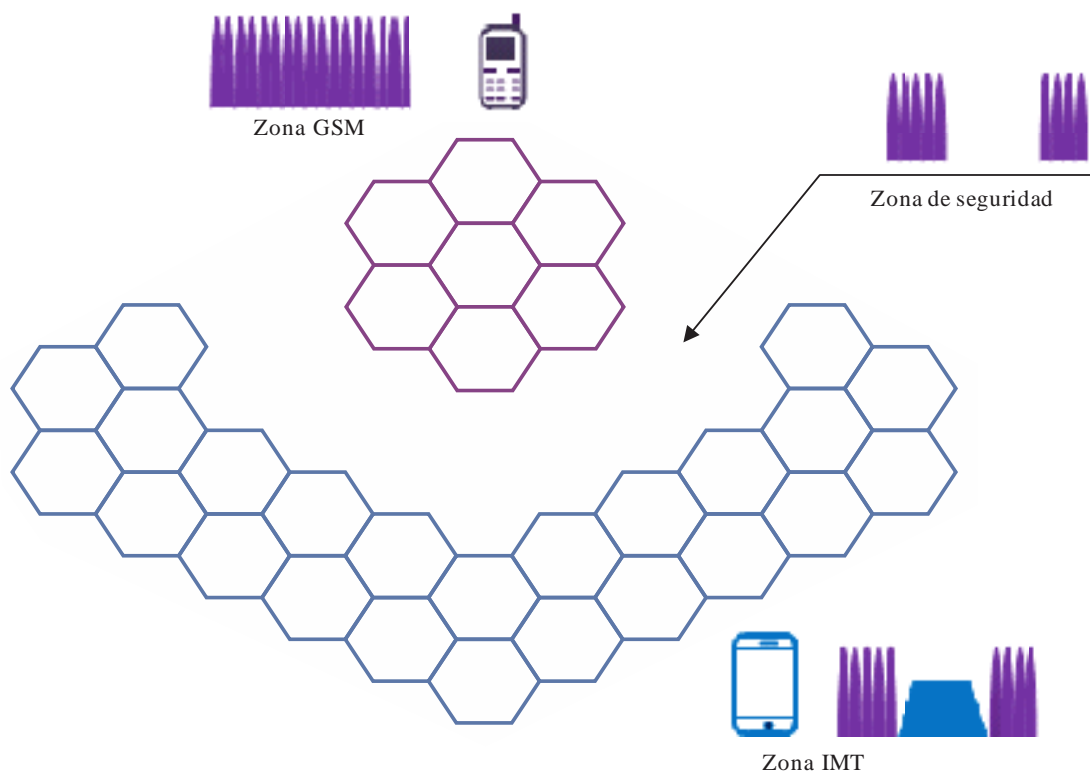
Los recursos de frecuencia GSM disminuyen sustancialmente tras el proceso de redistribución. El tráfico GSM no se reducirá a corto plazo, y en determinadas zonas incluso aumentará levemente. Ello puede dar a lugar a problemas de capacidad en el sistema GSM. La solución puede consistir en la migración de tráfico y la reutilización de frecuencias con arreglo a criterios más estrictos.

Solución basada en una zona de seguridad

En los casos en los que se produzca interferencia cocanal GSM y UMTS/LTE será necesario un espacio de separación que reduzca dicha interferencia, como se ilustra en la Figura 27 siguiente. Las zonas en las que se han desplegado redes UMTS/LTE y sus zonas periféricas forman un área con forma de banda. En esa área las redes GSM no pueden utilizar frecuencias superpuestas en los espectros de frecuencia UMTS/LTE, y en consecuencia, la capacidad de red GSM disminuye. El aumento del espacio de separación para evitar la interferencia cocanal disminuye los efectos de la interferencia cocanal GSM y UMTS/LTE en la calidad de funcionamiento de la red. Dicho espacio de separación requiere una solución de planificación de una zona de seguridad que se base en la simulación y en datos estadísticos in situ para atender a las necesidades de distintas situaciones.

FIGURA 27

Solución basada en una zona de seguridad



I.2 Coexistencia entre GSM e IMT en frecuencias adyacentes

I.2.1 Problemas de interferencia e intermodulación

Interferencia

Si se lleva a cabo una redistribución de las frecuencias GSM, excepto en los casos de interferencia entre las frecuencias GSM y UMTS/LTE con separación normalizada o no normalizada, la interferencia de banda estrecha en la red UMTS/LTE será más intensa. La interferencia de banda estrecha puede proceder de los canales de transmisión/recepción (TRX) GSM que no se hayan liberado por completo, o de fuentes externas como semáforos o señales de radiodifusión, entre otras. Estas señales de interferencia no son constantes y su intensidad varía.

Intermodulación

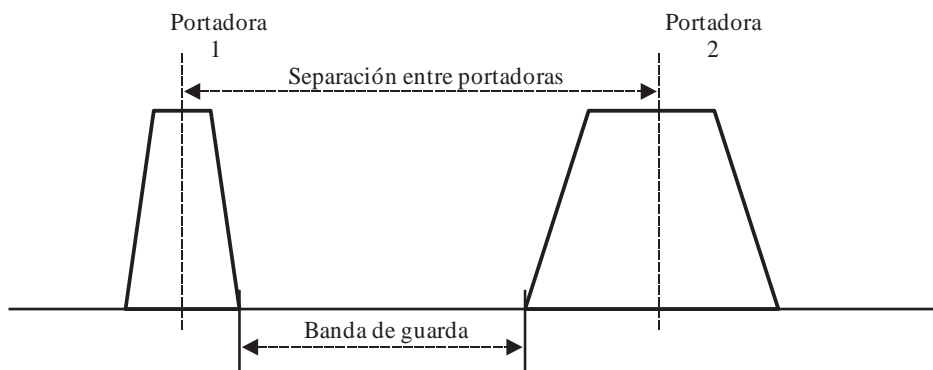
Los problemas de intermodulación pueden surgir tras la redistribución de las frecuencias GSM, a raíz de la coexistencia GSM-UMTS o GSM-LTE en una banda. La intermodulación puede obedecer, entre otras causas, al envejecimiento de las antenas o a la pérdida de conexión en alimentadores/acopladores, que también se dará con otras combinaciones de RAT (así como en el caso de GSM con un solo RAT).

Banda de guarda y separación entre portadoras

En la Figura 28 siguiente se proporciona la definición que se tiene en cuenta en este documento para la banda de guarda y la separación entre portadoras.

FIGURA 28

Separación entre portadoras y banda de guarda



Global Trends-28

Separación entre portadoras: banda de frecuencia entre dos centros de portadora.

Banda de guarda: banda de frecuencias no utilizadas existente entre dos portadoras.

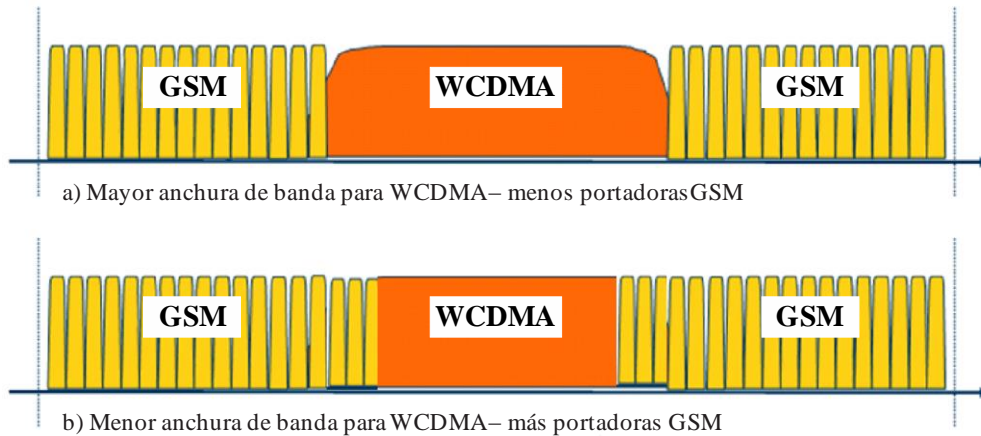
I.2.2 Coexistencia entre GSM y WCDMA

En la Figura 29 se proporciona un ejemplo de compartición/coexistencia entre GSM y WCDMA en frecuencias adyacentes. En el caso de un operador que despliegue WCDMA en su espectro GSM limitado existente, cabe destacar los siguientes problemas:

- la redistribución de muchas portadoras GSM «dificultará» la replanificación de frecuencias GSM pero ocasionará «leves» problemas de interferencia entre sistemas (caso «a» a continuación).
- la redistribución de pocas portadoras GSM «facilitará» la replanificación de frecuencias GSM pero ocasionará «graves» problemas de interferencia entre sistemas (caso «b» a continuación).

FIGURA 29

Dos casos hipotéticos de redistribución de frecuencias



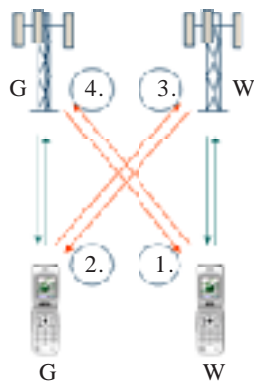
Global Trends-29

I.2.2.1 Interferencia y emplazamientos posibles

Habida cuenta de las deficiencias de los transmisores y/o receptores cabe enumerar varios casos hipotéticos de interferencia entre sistemas GSM y WCDMA.

FIGURA 30

Tipo de problemas que pueden darse y su emplazamiento



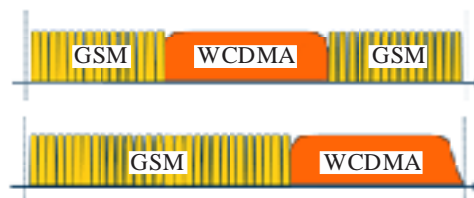
Cuatro casos:

1. La RBS de GSM interfiere con el UE de WCDMA .
2. La RBS de WCDMA interfiere con la MS de GSM.
3. La MS de GSM interfiere con la RBS de WCDMA.
4. El UE de WCDMA interfiere con la RBS de GSM.

Dos casos hipotéticos de emplazamiento

- Todas las RBS de WCDMA y GSM se sitúan de forma coordinada en el mismo emplazamiento geográfico.
- Las RBS de WCDMA y GSM se sitúan de forma no coordinada sin compartir emplazamiento en zonas geográficas diferentes.

Dos formas de situar una portada WCDMA:



Global Trends-30

Como se muestra en la Figura 30, pueden darse cuatro casos principales de interferencia, a saber:

- interferencia entre el enlace descendente GSM y el enlace descendente WCDMA;
- interferencia entre el enlace descendente WCDMA y el enlace descendente GSM;
- interferencia entre el enlace ascendente GSM y el enlace ascendente WCDMA;
- interferencia entre el enlace ascendente WCDMA y el enlace ascendente GSM.

Cabe tener en cuenta asimismo dos casos hipotéticos de emplazamientos:

- emplazamientos coordinados, es decir, las antenas WCDMA y GSM comparten emplazamiento;
- emplazamientos no coordinados, es decir, sin compartir emplazamiento.

I.2.2.2 Pérdida de capacidad del enlace descendente WCDMA provocada por el GSM

La pérdida de capacidad del enlace descendente WCDMA se controla mediante la selectividad de canal del terminal WCDMA, habida cuenta de una separación mínima necesaria de 2,8 MHz.

En consecuencia, es difícil prever la calidad de funcionamiento si se disminuye la separación entre portadoras. Sin embargo, con independencia de la calidad de funcionamiento del terminal, una separación de canales de 2,2-2,3 MHz hace que la fuga de canal aumente sustancialmente, hasta el punto de que dicha separación de canal dificulta mucho el funcionamiento.

No obstante, si se controla adecuadamente la potencia del canal GSM y la carga de tráfico es pequeña, puede lograrse un funcionamiento cuyos efectos en la capacidad del enlace descendente sean aceptables.

Una de las soluciones posibles consiste en garantizar que los canales GSM que se superponen a la portadora WCDMA (con una separación inferior a 2,56 MHz) se utilicen en una capa de subcélulas de poco tráfico y que se aplique un estricto control de potencia de la BTS (minimizando, en consecuencia, los efectos en la capacidad del enlace descendente WCDMA).

I.2.2.3 Pérdida de capacidad del enlace ascendente WCDMA provocada por el GSM

Se realiza la hipótesis de que la pérdida de capacidad del enlace ascendente WCDMA se controla mediante la fuga de canal del terminal GSM. La fuga del canal GSM es tolerable hasta una separación entre portadoras de 2,3-2,3 MHz; el funcionamiento por debajo de este umbral pasa a ser muy complejo.

Cabe observar que los terminales GSM poseen una gama dinámica limitada a los efectos de control de potencia y que dejan de ejercer un efecto regulador descendente al producirse pequeñas pérdidas de trayecto. De ahí que un único terminal GSM pueda aumentar notablemente el nivel de ruido en el enlace ascendente WCDMA, y en consecuencia, degradarse gravemente la cobertura.

En este caso, la solución pasa por garantizar que la carga de las portadoras superpuestas (todas las portadoras cuya separación de canales sea inferior a 2,4 MHz, aproximadamente, con respecto a la portadora WCDMA) sea lo menor posible.

Otra solución es evitar la utilización de estas portadoras GSM cerca de la estación de base.

I.2.2.4 Pérdida de capacidad del enlace ascendente GSM provocada por el WCDMA

La calidad de funcionamiento del enlace ascendente GSM se controla mediante la fuga de canal del terminal WCDMA, que es despreciable para una separación entre portadoras de 2,8 MHz.

Con respecto a los datos especificados, el umbral crítico corresponde a una separación inferior a 2,5-2,6 MHz, para la que la fuga de canal aumenta de forma repentina.

La calidad de funcionamiento del enlace ascendente GSM suele degradarse con una separación entre portadoras inferior a 2,5 MHz; sin embargo, puesto que la gama dinámica de los terminales WCDMA respecto del control de potencia es mucho mayor, el efecto que se produce es muy inferior al previsto para las pérdidas del enlace ascendente WCDMA, y la calidad de funcionamiento del enlace ascendente GSM en los canales que se superponen a la portadora WCDMA prácticamente no se ve afectada.

I.2.2.5 Pérdida de capacidad del enlace descendente GSM provocada por el WCDMA

El enlace descendente GSM prácticamente no se interrumpe con una separación entre portadoras de 2,8 MHz.

Si se realiza la hipótesis de que la estación de base WCDMA controla la calidad de funcionamiento del enlace descendente GSM con menores separaciones de canal, cabe considerar la existencia de un umbral crítico para una separación de canales aproximada de 2,5-2,6 MHz. Es muy difícil lograr una separación inferior a dicho umbral.

I.2.2.6 Síntesis

El caso más favorable es utilizar emplazamientos GSM y WCDMA coordinados y situar la portadora WCDMA de forma alternada entre portadoras GSM. Las portadoras GSM más próximas/superpuestas deberían corresponder únicamente a canales de tráfico (TCH) (en lugar de portadoras BCCH – canales de control de difusión-), con la menor carga de tráfico posible y un estricto control de potencia. Esta configuración permite utilizar una separación entre portadoras de 2,5 MHz, mucho más reducida, y lograr una baja degradación de la calidad de funcionamiento de los sistemas WCDMA y GSM.

I.3 Coexistencia de varias tecnologías GSM/CDMA-MC/UMTS/LTE en las bandas de 850 y 900 MHz

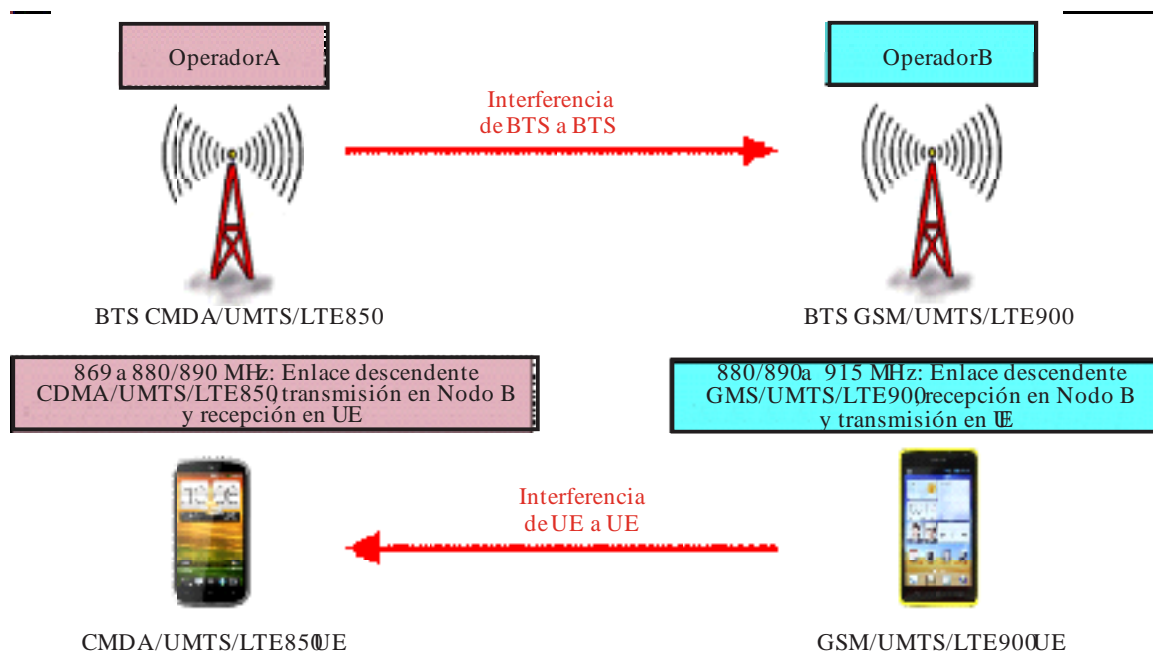
Si bien la banda de espectro de 900 MHz (enlace ascendente: 880-915 MHz; enlace descendente: 925-960 MHz) se utilizó inicialmente para la tecnología GSM, en la actualidad dicha banda también se utiliza en numerosos países para las tecnologías UMTS y LTE. De forma análoga, la banda de espectro de 850 MHz (enlace ascendente: 824-849 MHz; enlace descendente: 869-894 MHz) se utilizó inicialmente para la tecnología CDMA-MC y hoy en día se utiliza asimismo como banda de reserva para las tecnologías UMTS y LTE. Debido a la proximidad de la banda de espectro de 850 MHz del enlace descendente a la banda de espectro de 900 MHz del enlace ascendente, es más probable que se produzcan problemas de interferencia entre bandas. También es probable que dicha interferencia se produzca asimismo en la banda de espectro de 850/900 MHz como consecuencia de las diversas tecnologías utilizadas en esa banda. Si bien los despliegues con emplazamiento común o los coordinados contribuyen a solucionar la mayoría de los problemas asociados a la interferencia entre bandas, dichos problemas se dan en ambos tipos de despliegues. En particular, la interferencia que se produce entre la banda de 850 MHz del enlace descendente y la banda de 900 MHz del enlace ascendente en el límite de 880/890 MHz ocasiona problemas muy graves, cuya solución requiere atención especial.

La utilización de las tecnologías CDMA, UMTS y LTE en la banda de 850 MHz (habida cuenta de que la probabilidad de que se utilice GSM850 en la región Asia-Pacífico es muy baja) y de cualquiera de las tecnologías GSM, UMTS y LTE en la banda de 900 MHz (como se muestra en la Figura 31) produce los siguientes problemas de interferencia entre la banda de 850 MHz del enlace descendente y la banda de 900 MHz del enlace ascendente en el límite de 880/890 MHz:

- la transmisión de la estación de base CDMA/UMTS/LTE850 afecta a la calidad de recepción de la estación de base GSM/UMTS/LTE900 (el enlace ascendente en la banda de 900 MHz se ve afectado).
- la transmisión de la señal de comunicaciones móviles GSM/UMTS/LTE900 afecta a la calidad de recepción de los servicios móviles CDMA/UMTS/LTE850 (el enlace descendente en la banda de 850 MHz se ve afectado).

FIGURA 31

Problemas de interferencia entre sistemas que operan en las bandas de 850 y 900 MHz



Global Trends-31

I.3.1 Problemas de interferencia entre bandas y dentro de banda entre las bandas de 850 y 900 MHz

Los problemas de interferencia entre bandas se producen principalmente en los tramos enlace descendente-enlace ascendente o enlace ascendente-enlace descendente, y sus consecuencias son las más graves. Este tipo de problemas de interferencia es difícil de tratar, y por lo general, ocasiona una degradación de la calidad de funcionamiento si no se abordan de forma adecuada. Existen dos tipos de problemas de interferencia entre bandas, a saber:

- la transmisión en el enlace descendente de la última portadora de la banda de 850 MHz (transmisión de la estación de base) afecta a la recepción en el enlace ascendente de la primera portadora de la banda de 900 MHz (recepción en la estación de base);
- la transmisión en el enlace ascendente de la primera portadora en la banda de 900 MHz (transmisión móvil) afecta a la recepción en el enlace descendente de la última portadora de la banda de 850 MHz (recepción en el terminal móvil).

Los dos problemas de interferencia principales que provoca la señal interferente en la recepción de la señal interferida consisten en:

- la penetración de las emisiones fuera de banda (OOBE) de la señal interferente con forma de interferencia dentro de banda, que puede degradar la calidad del enlace ascendente del receptor de la señal interferida;
- la elevada potencia de la señal de canal adyacente interferente puede producir interferencia de canal adyacente (ACI) y, en consecuencia, desensibilizar el receptor de la señal interferida.

Si bien la interferencia fuera de banda únicamente puede minimizarse en el punto de emisión (en el transmisor de la señal interferente) mediante la mejora de las propiedades de la relación de potencia de fuga del canal adyacente (ACLR) de la señal interferente aumentando el filtrado en la transmisión, la interferencia de canal adyacente puede minimizarse en el punto de recepción (en el receptor de la señal interferida) mediante la mejora de las propiedades de selectividad del canal adyacente (ACS) de la señal interferida aumentando el filtrado en la recepción. Para lograr las características ACLR/ACS adicionales pertinentes se puede realizar un filtrado adicional en las estaciones de base. Sin embargo, es posible que dicho filtrado no sea viable, por razones de costo y espacio, en los terminales móviles.

También puede aplicarse la metodología de pérdidas mínimas de acoplamiento (MCL) para calcular el grado de aislamiento necesario que contrarreste el efecto de las emisiones fuera de banda y la interferencia de canal adyacente de la señal interferente. El aislamiento necesario frente a los problemas de interferencia dentro de banda entre estaciones de base se logra parcialmente mediante la separación física de las antenas y la utilización de filtros especiales en el trayecto de transmisión de la señal interferente y en el trayecto de recepción de la señal interferida.

Cabe distinguir dos tipos de problemas de interferencia entre bandas, a saber, el que provoca la señal transmitida por la estación de base en la banda de 850 MHz a la calidad de recepción de la estación de base en la banda de 900 MHz, y el que provoca la transmisión de la señal del terminal móvil en la banda de 900 MHz a la calidad de recepción del terminal móvil en la banda de 850 MHz. Si se logra un aislamiento de antena inferior a 90 dB entre la antena de la estación de base que opera en la banda de 850 MHz y la antena de la estación de base que opera en la banda de 900 MHz, y se suponen en todo momento valores adicionales de ACLR y ACS de 10 a 15 dB (superiores a los valores normalizados necesarios) para las estaciones de base, será necesario aumentar la ACLR (mediante filtrado OOB) en 30+ dB en el trayecto de transmisión de la estación de base que opera en la banda de 850 MHz, y aumentar la ACS (mediante filtrado ACI) en 20+ dB en el trayecto de recepción de la estación de base que opera en la banda de 900 MHz.

En el caso de la interferencia de la señal del terminal móvil transmitida en la banda de 900 MHz que afecta a la calidad de recepción del terminal móvil en la banda de 850 MHz, no es posible un funcionamiento exento de interferencia, puesto que los requisitos en materia de ACLR/ACS adicionales son elevados y no se puede disponer (por razones de costo y espacio) de filtros adicionales en los terminales móviles. Sin embargo, la probabilidad de que se produzca interferencia de móvil a móvil es muy baja, porque es muy improbable que dos terminales móviles que operan en las bandas de 900 MHz y 850 MHz se encuentren próximos en modo activo y con poca cobertura simultáneamente. Si bien no es posible una solución de filtrado adicional en los terminales móviles (no existe ninguna solución para mitigar la interferencia que provoca la señal del terminal móvil interferente en la recepción del terminal móvil interferido) debido a la baja probabilidad de que se produzca dicha interferencia de móvil a móvil (menos del 2%), la degradación del enlace descendente de la señal interferida probablemente será también menor.

En consecuencia, con objeto de evitar problemas de interferencia entre bandas, se recomienda (a los operadores de servicios móviles inalámbricos) la adquisición de equipos de estaciones de base provistos de los citados elementos de filtrado adicional para todos los sistemas UMTS850, UMTS900 y LTE900 en el momento de la compra inicial. Si ello no fuera posible, pueden añadirse los elementos de filtrado ulteriormente.

A raíz del despliegue de nuevas tecnologías IMT (por ejemplo UMTS y LTE) en la banda de espectro de 900 MHz de forma superpuesta a la tecnología GSM existente mediante liberación de espectro, los operadores deberán prestar especial atención a dos factores. En primer lugar, la selección de la tecnología adecuada para dicha superposición, y en segundo lugar, la cantidad de espectro liberado para atribuirlo a la nueva tecnología. También será preciso tener en cuenta los posibles problemas de interferencia dentro de banda, así como las soluciones y los medios para subsanarlos.

Los problemas de interferencia dentro de banda pueden afectar a dos tecnologías que operen en segmentos de espectro adyacentes, en particular si las estaciones de base de ambas tecnologías se instalan de forma no coordinada. El despliegue de la nueva tecnología de forma superpuesta tiene lugar, por lo general, de forma coordinada, lo que evita que se produzcan problemas de interferencia dentro de banda. La superposición de la tecnología UMTS900 presenta alguna ventaja adicional con respecto a la superposición de la tecnología LTE900 (en el caso de instalación coordinada), debido a la banda de guarda adicional disponible con portadora UMTS900 de 5 MHz, que permite que haya dos portadoras GSM adicionales (TCH) a ambos lados de la portadora UMTS900 (cuatro portadoras GSM en total), a diferencia del caso de una portadora LTE900 de 5 MHz, que no permite la existencia de portadoras GSM adicionales. Si las estaciones de base operan (en el extremo del espectro del operador) de forma no coordinada (sin compartir emplazamiento), será necesario liberar 5 MHz de espectro para atribuirlo a una portadora UMTS900 y 5,2 MHz de espectro para atribuirlo a una portadora LTE900, con objeto de minimizar la interferencia dentro de banda.

I.3.2 Banda de guarda necesaria para realizar un filtrado de forma rentable si se produce interferencia entre bandas

Es necesario disponer de una banda de guarda suficiente entre las bandas de dos sistemas para cumplir los requisitos de valores normalizados de ACLR y ACS e instalar, de forma rentable, los filtros pertinentes para aumentar el grado de aislamiento y lograr el aislamiento general necesario que permita un funcionamiento sin interferencia. Con objeto de lograr un filtrado rentable en las estaciones de base es necesaria una banda de guarda de 1,6 a 2,0 MHz, aproximadamente, entre las bandas de las dos portadoras adyacentes. Si bien la adición de banda de guarda siempre es útil, ya que ello contribuye a aumentar el aislamiento mediante filtrado por un costo menor, ello da lugar a una utilización ineficiente del espectro. En el Cuadro 8 se propone una separación en MHz de extremo a extremo (banda de guarda) entre las dos portadoras adyacentes de la señal interferente y la señal interferida. Habida cuenta de esos valores de banda de guarda, desde un punto de vista económico se supone que es viable obtener el valor de ACLR adicional necesario (hasta 50 dB) para lograr el aislamiento que requieren las emisiones fuera de banda, y el valor de ACS adicional necesario (hasta 35 dB) para lograr el aislamiento que requiere la interferencia de canal adyacente mediante filtros especiales.

CUADRO 8

Propuesta de banda de guarda entre portadoras⁵⁹ en las bandas de 850 y 900 MHz

Tecnología en la banda de 850 MHz	Tecnología en la banda de 900 MHz	Propuesta de separación de extremo a extremo (banda de guarda en MHz)
CDMA (1,23 MHz)	GSM (200 kHz)	1,6
CDMA (1,23 MHz)	UMTS (5 MHz)	1,6
CDMA (1,23 MHz)	LTE (5/10/15/20 MHz)	1,8/2,1/2,5/3,0
UMTS (5 MHz)	GSM (200 kHz)	1,6
UMTS (5 MHz)	UMTS (5 MHz)	1,6
UMTS (5 MHz)	LTE (5/10/15/20 MHz)	1,6/1,9/2,3/2,8
LTE (5/10/15/20 MHz)	GSM (200 kHz)	1,8/2,1/2,5/3,0
LTE (5/10/15/20 MHz)	UMTS (5 MHz)	1,6/1,9/2,3/2,8
LTE (5/10/15/20 MHz)	LTE (5/10/15/20 MHz)	1,8/2,1/2,5/3,0

I.4 Estudios de la CEPT sobre la coexistencia del GSM con otros sistemas

En el marco del mandato que la Comisión Europea confió a la CEPT sobre el estudio de las condiciones técnicas necesarias para la utilización de la LTE, entre otras tecnologías, en las bandas 880-915 MHz/925-960 MHz y 1 710-1 785 MHz/1 805-1 880 MHz (bandas de 900/1 800 MHz), se analizaron las condiciones técnicas que permiten el despliegue de la tecnología LTE (entre otras tecnologías identificadas) en las bandas de 900/1 800 MHz.

En el Informe 40 de la CEPT («dentro de banda») se sintetizan los resultados del estudio de compatibilidad entre las tecnologías LTE y WiMAX en las bandas 880-915 MHz/925-960 MHz y 1 710-1 785 MHz/1 805-1 880 MHz (bandas de 900/1 800 MHz).

⁵⁹ Con arreglo a la hipótesis de un aislamiento de antena de 60 dB. Consúltese la referencia [9] para obtener más información.

Sobre la base del análisis de los resultados de la simulación de interferencia entre las tecnologías LTE/WiMAX y GSM, la separación de frecuencias entre el extremo del canal LTE/WiMAX y el extremo del canal de la portadora GSM más próxima se determina de la manera siguiente:

- Si las redes LTE/WiMAX en la banda de 900/1800 MHz y las redes GSM900/1800 funcionan de modo no coordinado, se recomienda una separación de frecuencias mínima de 200 kHz entre el extremo del canal LTE/WiMAX y el extremo del canal de la portadora GSM más próxima.
- Si las redes LTE/WiMAX en la banda de 900/1800 MHz y las redes GSM900/1800 funcionan de modo coordinado (con emplazamientos compartidos), no se requiere ninguna separación de frecuencias entre el extremo del canal LTE/WiMAX y el extremo del canal de la portadora GSM más próxima.
- La separación de frecuencias mínima recomendada de 200 kHz con funcionamiento no coordinado puede reducirse si así lo acuerdan los operadores de red, habida cuenta de que el sistema de banda ancha LTE/WiMAX puede ser objeto de interferencia del sistema GSM debido al efecto de bloqueo de banda estrecha del receptor LTE/WiMAX BS/UE.

En el Informe 41 de la CEPT («banda adyacente») [7] se sintetizan los resultados del estudio de compatibilidad entre la LTE y WiMAX en las bandas 880-915 MHz/925-960 MHz y 1 710-1 785 MHz/1 805-1 880 MHz (bandas de 900/1 800 MHz) y los sistemas que funcionan en bandas adyacentes.

En el Informe 42 de la CEPT [8] se sintetizan los resultados de los análisis de compatibilidad entre el UMTS y los sistemas que funcionan en bandas adyacentes por encima de 960 MHz. El Informe hace hincapié en la compatibilidad entre UMTS900 y los sistemas aeronáuticos (existentes: DME; futuros: L-DACS) en la banda de 960-1 215/1 164 MHz.

ANEXO J

Referencias

- [1] 3GPP TS 23.402 V12.7.0 (2014-12), «Technical Specification Group Services and System Aspects; Architecture enhancements for non-3GPP accesses»
 - [2] 3GPP TS 36.101 V12.6.0 (2014-12): «Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception» (Cuadro 5.5-1)
 - [3] 3GPP TS 25.101 V12.6.0 (2014-12): «Technical Specification Group Radio Access Network; User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD)» (Cuadro 5.0)
 - [4] 3GPP TS 25.102 V12.0.0 (2014-09): «Technical Specification Group Radio Access Network; User Equipment (UE) radio transmission and reception (TDD)» (sección 5.2)
 - [5] 3GPP2 C.S0057-E Version 1.0 October 2010: «Band Class Specification for cdma2000 Spread Spectrum Systems Revision E»
 - [6] Informe 40 de la CEPT, « Compatibility study for LTE and WiMAX operating within the bands 880-915 MHz/925-960 MHz and 1 710-1 785 MHz/1 805-1 880 MHz (900/1 800 MHz bands)»
 - [7] Informe 41 de la CEPT, « Compatibility between LTE and WiMAX operating within the bands 880-915 MHz/925-960 MHz and 1710-1785 MHz/1805-1880 MHz (900/1800 MHz bands) and systems operating in adjacent bands »
 - [8] Informe 42 de la CEPT, «Compatibility between UMTS and existing and planned aeronautical systems above 960 MHz»
 - [9] APT-AWG-REP-53 MIGRATION STRATEGY OF GSM TO MOBILE BROADBAND, septiembre de 2014
-

Unión
Internacional
de Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

ISBN 978-92-61-20243-9

SAP id



9 789261 202439

Impreso en Suiza

Ginebra, 2016

Derechos de las fotografías: Shutterstock