

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**

(2006)

Cometido

Este Informe presenta las previsiones de tráfico y la estimación de los 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. Se trata de la continuación del Informe UIT-R M.2023 que contiene los requisitos de espectro para las IMT-2000 hasta el año 2010. En este Informe se establecen las bases técnicas de los requisitos de espectro correspondientes que se identificaron en el texto del Informe de la Reunión Preparatoria de la Conferencia (RPC) relativo al punto 1.4 del Orden del día de la CMR-07.

1 Introducción

Los sistemas posteriores a las IMT-2000 constituyen un concepto y una norma de telecomunicaciones que evolucionan en la UIT. Con estos sistemas se pretende ofrecer servicios universales, con altas velocidades de transmisión de datos y alto contenido, a los usuarios con elevado grado de movilidad en todo el mundo. La fecha de su introducción está prevista actualmente en torno al año 2010. Pese a que se prevé que los servicios posteriores a las IMT-2000 se verán dominados por los proveedores de servicios terrenales, la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000 desempeñará una parte integral en la puesta en servicio de estos sistemas, particularmente en zonas distantes donde los proveedores terrenales tienen una cobertura mínima o inexistente.

La finalidad de este Informe es proporcionar previsiones de tráfico, incluyendo los servicios de distribución multimedios (MM), y un cálculo aproximado de las necesidades de espectro para la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000 en el periodo 2010 a 2020. Para determinar los requisitos de espectro, el Informe se ha elaborado basándose en las previsiones del número de abonados, los modelos de tráfico y la aplicación de la metodología de cálculo de espectro más reciente de conformidad con la Recomendación UIT-R M.1391.

2 Previsiones de tráfico

En este punto se describe el método de deducción de las previsiones de tráfico para la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000. Se presenta información acerca de los distintos servicios y aplicaciones que se emplean en cada segmento. Por último, el número de abonados y los perfiles de utilización de tráfico de cada segmento se combinan para obtener la previsión de tráfico total.

* La nomenclatura de los sistemas posteriores a las IMT-2000 está incluida en el proyecto de Resolución [IMT-NAME], que se someterá para su aprobación a la Asamblea de Radiocomunicaciones de 2007 (AR-07). En las futuras revisiones de este Informe deben incorporarse las decisiones de la AR-07 a este respecto.

2.1 Número de abonados

El Informe utiliza como referencia los resultados de extensos estudios sobre requisitos de los usuarios en los que se determina el número total de abonados al servicio móvil por satélite (SMS), como indica el Cuadro 1. En virtud de la acelerada evolución tras la finalización de dichos estudios, las cifras para 2010 y 2011 se han ajustado ligeramente a fin de reflejar la situación entre 2002 y 2005, periodo durante el cual aumentó el número de abonados del SMS de 643 000 a fines de 2002 a 1 402 000 a fines de 2005, lo que arroja una tasa de crecimiento anual del 29%. Las cifras para 2010 y 2011 debidamente ajustadas son 2,17 y 2,43 millones de abonados, respectivamente. Se han seleccionado dos casos delimitantes con el 9% y el 14% de tasa de crecimiento anual para representar las evoluciones pesimista y optimista, respectivamente. El punto de arranque de estos casos es 1,4 millones de abonados al SMS existentes a principios de 2006. A fin de deducir las previsiones de abonados al SMS para los sistemas posteriores a las IMT-2000, se consideraron diversas variables como las tasas de crecimiento y la penetración de los sistemas celulares, las tasas de crecimiento y la penetración de tecnologías transportables (IEEE 802.16 y 802.20), el producto interior bruto per cápita con inclusión de las tasas de crecimiento y la distribución de la población. Para las regiones de Asia, América del Norte, Sudamérica, Europa, África y los Estados Árabes, estas variables se aplican por separado, teniendo en cuenta diferentes segmentos de usuarios (privado, profesional, empresarial e institucional) y diferentes entornos de utilización (urbano y rural).

CUADRO 1

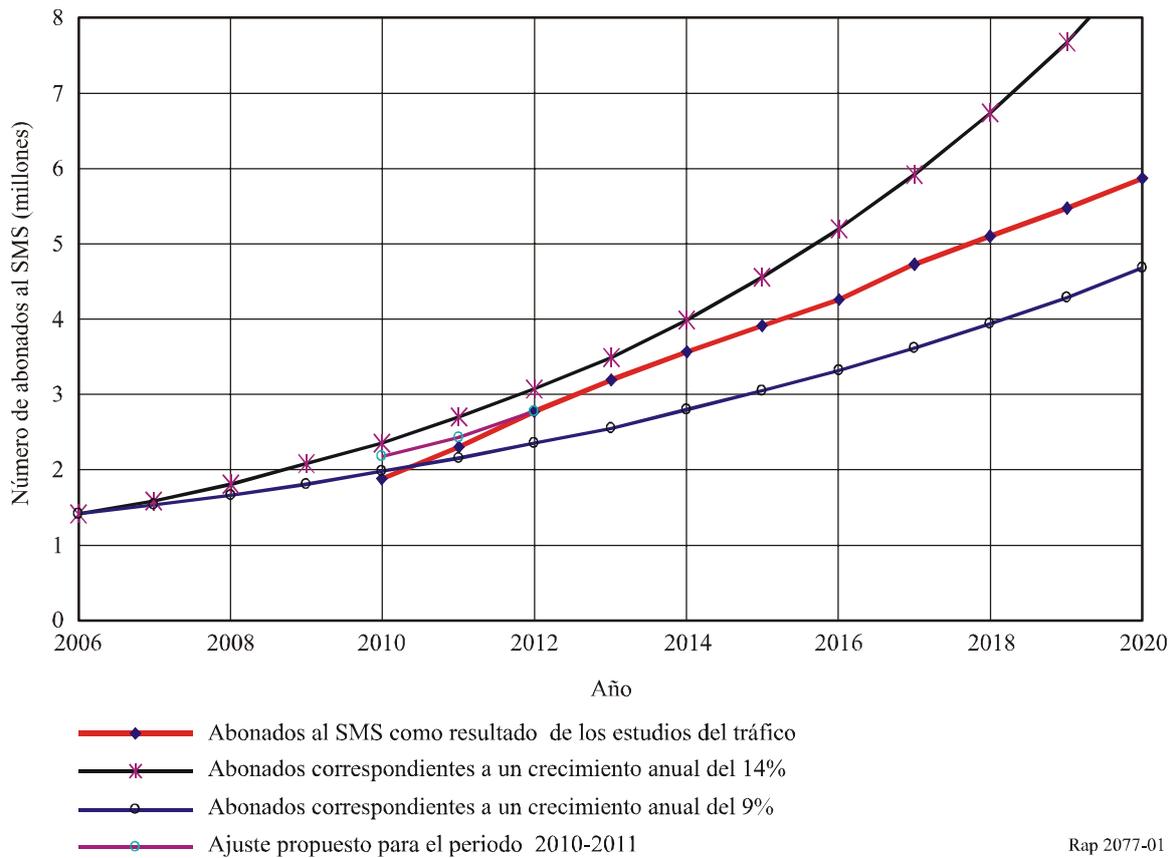
Número total de abonados al SMS para los sistemas posteriores a las IMT-2000 durante el periodo 2010 a 2020

Abonados (miles)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asia	690,75	893,83	1 109,85	1 332,78	1 547,54	1 756,76	1 966,21	2 253,40	2 506,80	2 770,32	3 053,13
América del Norte	335,81	405,54	475,56	536,59	585,76	626,48	663,01	718,10	755,01	790,20	825,47
Sudamérica	56,33	71,45	88,14	104,67	120,22	135,10	149,95	170,33	187,72	205,78	224,99
Europa	751,03	896,69	1 038,76	1 158,47	1 249,92	1 321,94	1 384,63	1 484,69	1 545,75	1 602,53	1 659,05
África y los Estados Árabes	23,48	25,80	30,69	35,64	40,48	45,16	49,68	54,91	59,89	65,44	70,81
Total terrestres	1 857,40	2 293,31	2 742,90	3 168,15	3 543,92	3 885,44	4 213,48	4 681,43	5 055,17	5 434,27	5 833,45
Marítimos	15,45	16,47	19,44	22,20	24,72	27,21	29,67	32,10	34,57	37,31	39,74
Aeronáuticos	2,98	3,13	3,74	4,33	4,88	5,38	5,87	6,36	6,88	7,45	7,95

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Abonados para el caso con tráfico escaso	1,976	2,154	2,348	2,559	2,790	3,041	3,314	3,613	3,938	4,292	4,678
Abonados para el ajuste del análisis del mercado	2,170	2,425	2,766	3,195	3,574	3,918	4,249	4,720	5,097	5,479	5,881
Abonados para el caso con tráfico elevado	2,365	2,696	3,074	3,504	3,994	4,554	5,191	5,918	6,746	7,691	8,768

En la Fig. 1 se presentan los resultados de la previsión de los requisitos de los usuarios, los pequeños ajustes para 2010 y 2011 y los dos casos delimitantes con una tasa de crecimiento del 9% y el 14%, respectivamente.

FIGURA 1
Número de abonados al SMS



Rap 2077-01

En el Cuadro 2 se ilustra la proporción de abonados al SMS integrada por los usuarios terrestres, marítimos y aeronáuticos prevista para el periodo 2010 a 2020. Pese a que las características de los tres tipos de abonados difieren entre ellas hasta cierto punto, su repercusión en las necesidades totales de espectro es insignificante. Por consiguiente, para los cálculos del espectro se consideró la suma de los tres tipos de servicio.

CUADRO 2
Distribución de los usuarios del SMS de 2010 a 2020

Proporciones de abonados (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Terrestres	99	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2
Marítimos	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Aeronáuticos	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

En el Cuadro 3 se pueden ver las previsiones de crecimiento de los abonados al servicio de distribución multimedios por satélite en el periodo 2010 a 2020. Los valores se fundamentan en un análisis de los abonados europeos a dicho servicio. El estudio se basó en una hipótesis de población de 252 millones de habitantes en 2020 en los siguientes países: Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido.

CUADRO 3

**Número de abonados al servicio de distribución multimedios
por satélite en el periodo 2010 a 2020**

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Penetración de la distribución por satélite como porcentaje del total de abonados al servicio móvil europeo (%)	4,60	6,20	8,00	10,00	11,90	13,90	25,20	16,40	17,20	17,70	18,00
Abonados al servicio de distribución por satélite (millones)	11,59	15,62	20,16	25,20	29,99	35,03	38,30	41,33	43,34	44,60	45,36

2.2 Categorías de usuarios

Para deducir el número de abonados al SMS que se muestra en el Cuadro 1, se consideraron cuatro grupos de usuarios diferentes:

Usuarios empresariales: Grandes organizaciones que necesitan servicios móviles para sus aplicaciones comerciales esenciales, como por ejemplo el seguimiento de sus mercancías y bienes.

Usuarios institucionales: Particulares y organizaciones que se desenvuelven en el sector gubernamental en ámbitos tales como operaciones de emergencia, servicios aeronáuticos y servicios de seguridad marítima.

Usuarios profesionales: Entre otros, las personas en las empresas que requieren telecomunicaciones móviles para realizar su trabajo de manera más eficaz, los empresarios y particulares del sector privado en el percentil de ingreso más elevado.

Usuarios del sector privado: Particulares que aprovechan los servicios móviles del mercado de gran difusión, así como los servicios móviles especializados.

En el Cuadro 4 se muestran las diferentes categorías de usuarios que corresponden a los distintos grupos de usuarios por cada entorno.

CUADRO 4

Categorías de usuarios por entorno

	Urbano	Suburbano	Rural
Usuarios empresariales	Medios de comunicación Venta al por menor Alimentación y bebidas Servicios Transporte	Construcción Maquinaria Alimentación y bebidas Aviación/Espacio Automotriz/Empaques	Industria química Agricultura Ocio y viajes Alimentación y bebidas
Usuarios institucionales	Universidades Bibliotecas	Universidades Bibliotecas Investigación Hospitales	Escuelas Bibliotecas Hospitales
Usuarios profesionales	Empresarios Banqueros Consultores	Médicos Profesionales de las tecnologías de la información	Médicos Profesionales de las tecnologías de la información Ocio y viajes

CUADRO 4 (Fin)

	Urbano	Suburbano	Rural
Usuarios privados	Niños, jóvenes y adolescentes Solteros Comunidades de extranjeros	Comunidades de familias jóvenes	Comunidades de familias sin hijos

2.3 Servicios radioeléctricos y aplicaciones utilizados por cada categoría

Las categorías de servicios que se emplean en este Informe son las mismas del Informe UIT-R M.2023 sobre los requisitos de espectro para las IMT-2000. Básicamente, los servicios se dividen en multimedios y no multimedios. Los primeros se apoyan en los servicios de conmutación de paquetes, y los segundos consisten por lo general en servicios de voz y datos con conmutación de circuitos. Los servicios multimedios y no multimedios se subdividen a su vez, a saber:

2.3.1 Servicios no multimedios

Voz: En el Informe UIT-R M.2023 se supone una velocidad de codificación de la voz de 8/16 kbit/s; no obstante, en la actualidad la mayoría de los sistemas SMS emplean velocidades menores e incluso tan bajas como 2,4 kbit/s.

Datos a baja velocidad: en el Informe UIT-R M.2023 se identifican velocidades de 9,6/16 kbit/s para los servicios de datos en modo circuito; sin embargo, en el presente Informe se incluye cualquier servicio de datos en modo circuito actual de hasta 64 kbit/s.

Mensajería: mensajes con baja velocidad de datos a 2,4/4,8 kbit/s. No se incluyó en el Informe UIT-R M.2023 como una categoría independiente; no obstante, en este documento se trata por separado debido a la gran cantidad de abonados al servicio móvil por satélite que utilizan este servicio.

2.3.2 Servicios multimedios

Voz: En el Informe UIT-R M.2023 se supone una velocidad de codificación de la voz de 8/16 kbit/s, pero probablemente los nuevos servicios emplearán velocidades de codificación de la voz menores e incluso tan bajas como 2,4 kbit/s.

Datos a baja velocidad: servicios de mensajería y correo electrónico (sin adjuntos) con velocidades de 9,6/16 kbit/s.

Servicios asimétricos: servicios unidireccionales, entre otros: transferencia de ficheros, acceso a bases de datos, intranet/Internet, correo-e (con adjuntos), transferencia de imágenes, etc., a una velocidad de 144 kbit/s.

Servicio interactivo multimedios: videoconferencia y videotelefonía a velocidades de datos en torno a 144 kbit/s.

Servicio de distribución multimedios: enlace de ida multiplexado con una velocidad de datos de portadora en torno a 2,3 Mbit/s. El enlace de retorno será de baja velocidad y puede utilizar una conexión terrenal, en su caso. Esta categoría no se incluyó en el Informe UIT-R M.2023.

En el Cuadro 5 se ilustran los servicios y algunos ejemplos de aplicaciones:

CUADRO 5
Servicios radioeléctricos y sus aplicaciones

Servicios radioeléctricos	Servicios	Ejemplos de aplicaciones
Terrestres	No multimedios Voz, mensajería y datos a baja velocidad Multimedios Voz, datos a baja velocidad, asimétricos, distribución	Gestión de bienes y mercancías, teléfono público de previo pago, servicios de teléfono con seguridad, correo-e, facsímil, periodismo electrónico por satélite, acceso a Internet, videoconferencia, televisión
Marítimos	No multimedios Voz, mensajería y datos a baja velocidad Multimedios Voz, datos a baja velocidad, asimétricos, distribución	Llamada de tripulación/pasajeros, gestión de bienes y mercancías, correo-e, facsímil, servicios de seguridad, videoconferencia, acceso a Internet, televisión, recopilación de noticias por satélite
Aeronáuticos	No multimedios Voz, mensajería y datos a baja velocidad Multimedios Voz, datos a baja velocidad, asimétricos, distribución	Llamada de pasajeros, correo-e, acceso a Internet, periodismo electrónico por satélite, videoconferencia, radiocomunicación, servicios de tráfico aéreo, distribución de multimedios

2.4 Perfiles de utilización

Los perfiles de utilización del Cuadro 6 se basan en el Informe UIT-R M.2023 y se desglosan en los siguientes tipos de servicio.

CUADRO 6
Niveles de utilización por mes extraídos del Informe UIT-R M.2023

Tipo	Unidades	2005	2010	Observaciones
No multimedios				
Voz	16 kbit/s como mínimo	73	71	
Datos a baja velocidad	kbytes	8 365	8 175	Aproximadamente 70 min/mes a 16 kbit/s
Multimedios				
Voz	8 kbit/s como mínimo	20	26	
Datos a baja velocidad	kbytes	2 584	3 380	Aproximadamente 25 min/mes a 16 kbit/s
Asimétrico	kbytes	26 154	34 247	Aproximadamente 35 min/mes a 104/144 kbit/s
Interactivo	144 kbit/s como mínimo	2	2	Bajo tráfico, debido a que solo una pequeña parte (10% a 20%) de los usuarios previstos utilizarán el servicio

En el caso de la distribución de servicios multimedios (por ejemplo, la televisión móvil por satélite), el número de abonados y el perfil de utilización mensual por abonado no afecta directamente a las previsiones de tráfico. Ello se debe a la naturaleza inherente de esos servicios; se distribuye el mismo volumen de tráfico independientemente de que lo reciban uno o muchos receptores/abonados. El volumen de tráfico de distribución multimedios se determina a partir de estimaciones comerciales del caudal por canal y del número de canales necesarios para proporcionar ese servicio. Se supone que aumentará la demanda de algunos servicios como la televisión móvil por satélite y los servicios ricos en cuanto a medios, capturando parte del tráfico móvil terrenal ya que los servicios por satélite son por su naturaleza más apropiados para difundir programas a gran escala, dirigidos a grandes audiencias en comparación con los servicios terrenales.

CUADRO 7

**Previsión de tráfico del servicio de distribución multimedios por satélite
(Mbytes/mes)**

Previsión de tráfico de distribución multimedios/año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Caudal por canal (kbit/s)	256	256	256	512	512	512	1 024	1 024	1 024	1 536	1 536
Número de canales necesarios basado en un estudio de los requisitos de los usuarios	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40
Millones de Mbytes/mes	2,5	2,5	2,5	5	5,8	5,8	11,6	11,6	13,2	19,9	19,9
Número de canales supuesto para el caso de tráfico escaso	17	17	17	17	17	26	26	26	26	26	26
Millones de Mbytes/mes para el caso de tráfico escaso	1,4	1,4	1,4	2,8	2,8	4,3	8,6	8,6	8,6	12,9	12,9
Número de canales supuesto para el caso de tráfico elevado	26	26	26	26	26	35	35	35	35	35	35
Millones de Mbytes/mes para el caso de tráfico elevado	2,2	2,2	2,2	4,3	4,3	5,8	11,6	11,6	11,6	17,4	17,4

En el Cuadro 7 se presenta la previsión de tráfico del servicio de distribución multimedios en cuestión. Los estudios de requisitos de los usuarios arrojaron previsiones entre 30 y 40 canales como se puede ver en la segunda fila, las cuales exigen algunos ajustes para reflejar la compartición de tráfico con proveedores de servicios alternativos a través de las redes celular terrenal y por satélite. Para el caso de tráfico escaso se han supuesto 17 canales, y para el de tráfico elevado 35 canales, respectivamente. Los volúmenes de tráfico correspondientes se indican en las filas 6 y 8 del Cuadro 7.

2.5 Tráfico de usuario por cada aplicación de servicio

En este punto se determina el tráfico de usuario por cada aplicación de servicio y por cada uno de los tipos de servicio identificados. Se supone que la variación entre las aplicaciones de servicio reside en los servicios utilizados y no en el perfil de utilización de los distintos servicios. En el Cuadro 8 se ilustra la utilización mensual de los servicios individuales y los factores de ajuste anual para las aplicaciones de estos servicios.

CUADRO 8

Niveles de utilización de diversas aplicaciones de servicio

Caso de tráfico escaso	Aplicaciones multimedios				Aplicaciones no multimedios			
	Voz	Interactiva		Voz	Interactiva		Voz	Interactiva
Niveles de utilización por mes y por usuario (min o Mbytes)	26,00	2,16	17,13	8,56	3,38	8,18	0,004	71,00
Factor de ajuste anual de los niveles de utilización	1,053	1,000	1,000	1,000	1,058	0,996	1,000	0,994

Caso de tráfico elevado	Aplicaciones multimedios				Aplicaciones no multimedios			
	Voz	Interactiva		Voz	Interactiva		Voz	Interactiva
Niveles de utilización por mes y por usuario (min o Mbytes)	26,00	2,16	25,69	18,24	3,38	8,18	0,004	71,00
Factor de ajuste anual de los niveles de utilización	1,053	1,000	1,050	1,050	1,058	0,996	1,000	0,994

En el Cuadro 9 se puede observar el uso compartido del tráfico entre los servicios multimedios y no multimedios como parte de la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000. Se supone que seguirá creciendo la necesidad de servicios multimedios mientras que la correspondiente a los servicios no multimedios disminuirá. Las cifras para el tráfico vocal multimedios se obtuvieron utilizando los datos del Informe UIT-R M.2023 para 2010 y aumentando el nivel de utilización aproximadamente el 5% por año. Se estima que las cifras correspondientes a los servicios interactivos multimedios permanecen constantes para el caso de tráfico escaso, mientras que para el caso de tráfico elevado reflejan un aumento del 5% anual.

CUADRO 9

Compartición de tráfico (%) entre los servicios multimedios (MM) y los servicios no multimedios (no MM) por satélite

Compartición del mercado entre los servicios MM y no MM por satélite (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Porcentaje de utilización de los servicios no MM	40	38	36	34	33	31	29	28	27	25	24
Porcentaje de utilización de los servicios MM	60	62	64	66	67	69	71	72	73	75	76

Las cifras correspondientes al tráfico asimétrico multimedios se obtuvieron de los datos del Informe UIT-R M.2023 para 2010. La cifra de utilización mensual de 34 Mbytes/mes/abonado es equivalente aproximadamente a 1 Mbyte/día/abonado, lo cual supone una estimación razonable para las aplicaciones de tipo Internet/correo-e/transferencia de ficheros. Las cifras relativas al tráfico de datos multimedios de baja velocidad se dedujeron empleando los datos del Informe UIT-R M.2023 para 2010 y aumentando el nivel de utilización en el 5,8% por año.

Las cifras relativas a la distribución multimedios se presentan en el Cuadro 7. Pese a que hoy en día no se ofrecen servicios de distribución multimedios por satélite, se supone que éstos comenzarán a estar disponibles en torno al año 2010.

CUADRO 11 (*Fin*)

Tráfico de datos (millones de Mbytes/mes) para el caso de tráfico elevado	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tráfico MM interactivo	3,1	3,6	4,2	5,0	5,8	6,8	8,0	9,2	10,6	12,5	14,4
Tráfico MM de ida asimétrico	36,5	45,1	55,7	68,8	83,6	103,0	126,9	154,0	186,9	229,9	278,8
Tráfico MM de retorno asimétrico	25,9	32,0	39,6	48,8	59,3	73,1	90,1	109,3	132,7	163,2	198,0
Tráfico de datos MM de baja velocidad	4,8	6,0	7,4	9,3	11,3	14,1	17,5	21,4	26,1	32,4	39,6
Tráfico de datos no MM de baja velocidad	7,7	8,3	9,0	9,6	10,6	11,3	12,0	13,2	14,4	15,2	16,5
Tráfico de mensajería no MM	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008

3 Evaluación de las necesidades de espectro

3.1 Metodología

En la Recomendación UIT-R M.1391 se definen las siguientes ecuaciones que permiten calcular las necesidades de espectro para los sistemas multimedios y no multimedios de los sistemas IMT-2000.

3.1.1 Tráfico multimedios

La ecuación básica necesaria para calcular las necesidades de espectro, S (MHz) para los servicios multimedios es:

$$S = N_{haces} \cdot B \cdot \left\lceil \frac{T_{BH} \cdot 8000}{3600 \cdot eff \cdot R} \right\rceil \quad (1)$$

donde:

N_{haces} : número de haces de un grupo de reutilización de frecuencias

T_{BH} : tráfico de un haz en la hora cargada (Mbytes)

B : anchura de banda de la portadora (MHz)

eff : factor de eficiencia que tiene en cuenta la carga media de cada portadora

R : velocidad de transmisión de datos efectiva media de una portadora (kbits/s).

Los símbolos $\lceil \rceil$ indican redondeo al siguiente entero mayor, para garantizar un número entero de portadoras. Normalmente se realizan previsiones de tráfico para un cierto número de categorías de tráfico basándose en diferentes entornos, como el aeronáutico, el terrestre y el marítimo, y para diferentes servicios, por ejemplo móvil, transportable y en vehículos. El tráfico en la hora cargada, T_{BH} , se calcula sumando las necesidades de tráfico de todas estas categorías (véase la ecuación (2a)). Como la previsión de tráfico se expresa en Mbytes/mes (para el tráfico de datos) o en min/mes (por ejemplo, para el tráfico vocal) es preciso convertir estas previsiones a Mbytes en la hora cargada, lo que se hace mediante las ecuaciones:

$$T_{BH} = \sum_i T_i \quad (2a)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot P_{BHi} \cdot P_{HSi} \cdot H_i}{MD_i \cdot N_{haces}} \quad (2b)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot 60 \cdot R_{VC} \cdot p_{BHi} \cdot p_{HSi} \cdot H_i}{8000 \cdot MD_i \cdot N_{haces}} \quad (2c)$$

donde:

- T_{Mi} : previsión de tráfico total por mes para la categoría de tráfico i ; si se expresa en Mbytes se aplica la ecuación (2b); si está dada en minutos se emplea la ecuación (2c)
- R_{VC} : velocidad de codificación (kbit/s)
- p_{BHi} : porción del tráfico diurno en la hora cargada para la categoría de tráfico i
- p_{HSi} : porción del tráfico total en un grupo de zonas de cobertura inalámbrica para la categoría de tráfico i
- H_i : factor de desplazamiento de la hora cargada (entre 0 y 1) para la categoría de tráfico i (véase el § 3.1.3)
- MD_i : relación de conversión entre mes y día para la categoría de tráfico i
- N_{haces} : número de haces en un grupo de reutilización de frecuencias.

Obsérvese que en estas ecuaciones se ha supuesto que el tráfico se distribuye uniformemente entre los haces del grupo de zonas de cobertura inalámbrica. Se trata de una simplificación en la que se puede subestimar el requisito de espectro en cierta medida.

3.1.1.1 Aplicación al tráfico de radiodifusión/multidifusión

El tráfico de radiodifusión/multidifusión supone un caso particular del tráfico multimedios. No obstante, es necesario establecer algunas hipótesis:

En la ecuación (1):

- eff : igual a 1 en este caso, debido a que el tráfico de radiodifusión/multidifusión es un tráfico con carga completa;
- T_{BH} : T es el tráfico multidifusión previsto (Mbytes) para dar servicio a una zona del haz porque la noción de hora cargada no es pertinente en el caso de tráfico de radiodifusión/multidifusión.

En consecuencia se obtiene:

$$S = N_{haces} \cdot B \cdot \left[\frac{T \cdot 8000}{3600 \cdot R} \right] \quad (3)$$

En la ecuación (2b):

- T_M : tráfico total previsto por mes expresado en Mbytes
- p_{BH} : porción del tráfico diurno que se produce en la hora cargada (normalmente $p_{BH} = 1/24$)
- p_{HS} : igual a 1 en este caso porque el tráfico no depende del emplazamiento geográfico del usuario
- H : igual 1 porque el tráfico estará igualmente distribuido en el tiempo y la noción de hora cargada no es pertinente para el tráfico de radiodifusión
- MD : relación de conversión de mes a día (normalmente $MD = 30$ para el tráfico multidifusión)
- N_{haces} : número de haces en un grupo de reutilización de frecuencias.

Por último, se obtiene:

$$T = \frac{T_M \cdot P_{BH}}{MD \cdot N_{haces}} \quad (4)$$

3.1.2 Tráfico no multimedios

Como se describe en el § 3.1, se consideran tres tipos de tráfico no multimedios: tráfico de datos a baja velocidad, mensajería y telefonía vocal, cada uno de los cuales se supone cursado por un tipo de portadora distinto. Los tres tipos de tráfico se designan mediante el subíndice i en las siguientes ecuaciones.

Para el tráfico no multimedios (conmutación de circuitos), se utiliza la fórmula Erlang-B a fin de convertir el tráfico de hora cargada en Erlang al número necesario de circuitos, es decir:

$$S_i = N_{haces} \cdot \text{ErlangB}(T_{Erl,i}, GoS_i) \cdot B_i \quad (5)$$

donde:

- N_{haces} : número de haces de un grupo de reutilización de frecuencias
- $T_{Erl,i}$: tráfico de un haz en la hora cargada (Erlang) para el tipo de tráfico i
- GoS_i : grado de servicio (probabilidad de bloqueo) para el tipo de tráfico i
- B_i : anchura de banda de la portadora (MHz) para el tipo de tráfico i .

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot P_{HS,i} \cdot P_{BH,i} \cdot 8000}{N_{haces} \cdot MD_i \cdot R_i \cdot 60 \cdot 60} \quad (6a)$$

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot P_{HS,i} \cdot P_{BH,i}}{N_{haces} \cdot MD_i \cdot 60} \quad (6b)$$

donde:

- $T_{M,i}$: tráfico total previsto por mes para el tipo de tráfico i ; si se expresa en Mbytes, se utilizará la ecuación (6a), si se expresa en minutos, se utilizará la ecuación (6b)
- H_i : factor de desplazamiento de la hora cargada (entre 0 y 1) para el tipo de tráfico i (véase el § 3.1.3)
- $P_{BH,i}$: porción del tráfico diurno en la hora cargada para el tipo de tráfico i
- $P_{HS,i}$: porción del tráfico total en un grupo de zonas de cobertura inalámbrica para el tipo de tráfico i
- MD_i : relación de conversión mes a día para el tipo de tráfico i
- N_{haces} : número de haces en un grupo de reutilización de frecuencias
- R_i : velocidad de datos de la portadora para el tipo de tráfico i .

Así pues, la necesidad de espectro total para el tráfico no multimedios viene dada por el sumatorio de las necesidades de los tres tipos de tráfico distintos, es decir:

$$S = \sum S_i \quad (7)$$

3.1.3 Comentarios adicionales sobre la obtención del tráfico en la hora cargada

En esta metodología se supone que las necesidades de tráfico vienen dadas en Mbytes o en minutos por mes. Para determinar el tráfico en la hora cargada, se utilizan los factores mes a día y día a hora cargada. Estos factores se obtienen basándose en consideraciones sobre las estadísticas de tráfico o

sobre el comportamiento esperado del tráfico y la calidad de servicio, tales como la tolerancia al retardo de los distintos servicios.

En el caso de tráfico no multimedios, como hay tres tipos de tráfico distintos, puede que no coincidan las horas cargadas de los distintos tipos de tráfico. Las necesidades de espectro deben calcularse en la hora cargada total. El factor de desplazamiento de la hora cargada, H , convierte el tráfico en la hora cargada de cada tipo de tráfico en el tráfico en la hora cargada total.

3.2 Parámetros de entrada

En el Cuadro 12 se presentan los parámetros e hipótesis globales que se utilizan para el cálculo de las necesidades de espectro. Basándose en desarrollos reales durante la última década y en los desarrollos en línea con las actividades actuales de investigación y desarrollo, se ha supuesto que el porcentaje de tráfico en una «zona de cobertura inalámbrica» disminuirá gradualmente de 2010 a 2020 para tener en cuenta la continua introducción de sistemas de satélites con múltiples haces de alto rendimiento.

CUADRO 12

Parámetros e hipótesis globales que se emplean para el cálculo de necesidades de espectro

	Aplicaciones multimedios						Aplicaciones no multimedios		
	Voz	Interactiva	Asimétrica de ida	Asimétrica de retorno	Baja velocidad	Distribución	Baja velocidad	Mensajería	Voz
Número de sistemas SMS que comparten el tráfico	2						3		
Porción del tráfico diario en la hora cargada, p_{BH}	0,1			0,042			0,1		
Relación de conversión de mes a día, M_{ai}	25			30			25		
Factor de desplazamiento de la hora cargada, H_i	0,9			1			0,9		
Número de haces en un grupo de reutilización de frecuencias, N_{haces}	7			3			7		
Velocidad de codificación, R_{vc} (kbit/s)	4								
Velocidad de datos de la portadora, R (kbit/s)							6	1	
Grado de servicio (1-probabilidad de bloqueo), GS							0,01		
Anchura de banda de la portadora, B (MHz)	0,2			5			0,01	0,005	0,01
Factor de eficiencia (eff)	0,9			1					
Velocidad de datos efectiva media, R (kbit/s)	200			2 300			74		
Factor de tara de señalización (%)	5,0			0,0				10,0	
Caso de tráfico escaso									
Porción del tráfico global en un grupo de zonas con cobertura inalámbrica, P_{HSi} (%)	15,0 a 12,0			100			15,0 a 12,0		
Pérdida de tráfico multimedios asimétrico en zonas con cobertura inalámbrica (%)			50						
Tráfico de retorno multimedios asimétrico con relación al tráfico de ida (%)				50					

CUADRO 12 (Fin)

	Aplicaciones multimedios						Aplicaciones no multimedios		
	Voz	Interactiva	Asimétrica de ida	Asimétrica de retorno	Baja velocidad	Distribución	Baja velocidad	Mensajería	Voz
Caso de tráfico elevado	Aplicaciones multimedios						Aplicaciones no multimedios		
Porción del tráfico global en un grupo de zonas con cobertura inalámbrica, P_{HS} (%)	13,0 a 6,0					100	13,0 a 6,0		
Pérdida de tráfico multimedios asimétrico en zonas con cobertura inalámbrica (%)			25						
Tráfico de retorno multimedios asimétrico con relación al tráfico de ida (%)				71					

Las anchuras de banda de las portadoras vocales no multimedios de 10 kHz y 5 kHz son coherentes con los valores en los sistemas SMS existentes. La anchura de banda de la portadora de 200 kHz y la velocidad efectiva del usuario de 200 kbit/s supuesta para los sistemas multimedios son coherentes con la combinación de los tipos de terminales diseñados actualmente para esos sistemas. Las velocidades de las portadoras de 6 kbit/s y 1 kbit/s para mensajería y datos a baja velocidad no multimedios están en línea con los valores en los sistemas actualmente en funcionamiento. Para los sistemas multimedios se supone una velocidad de codificación vocal de 4 kbit/s, que es inferior a la velocidad que se emplea normalmente hoy en día.

Pese a que aún no está disponible el sistema de distribución multimedios por satélite, se prevé que éste aprovechará la norma correspondiente a las IMT-2000 (MDFO MDP-4) con 5 MHz de anchura de banda para la portadora, posibilitando una velocidad de transmisión de 2,3 Mbit/s por portadora. El factor de conversión de mes a día de 30 para los servicios de distribución multimedios y de 25 para los demás servicios multimedios y no multimedios se obtiene de la Recomendación UIT-R M.1391.

Para los sistemas de distribución multimedios se supone un tamaño de grupo de reutilización de frecuencias de 3, y para los demás sistemas multimedios y no multimedios un tamaño de 7. El factor 3 es coherente con los haces mayores que habrán de utilizarse para los servicios de distribución multimedios. El factor 7 armoniza con el tamaño típico de grupo de reutilización de frecuencias que emplean los sistemas del SMS. Varios operadores de satélite ofrecerán servicio en un mercado que introducirá ineficiencias en la utilización del espectro. En los cálculos que se presentan en este Informe se prevé que a partir de 2010 entrarán en funcionamiento dos sistemas de satélites multimedios y tres no multimedios. Asimismo, para los servicios multimedios asimétricos se ha supuesto una reducción de tráfico en las zonas de cobertura inalámbrica entre el 25% y el 50% a fin de tener en cuenta que las redes terrenales podrían ofrecer el servicio deseado de manera más económica.

Para los servicios multimedios asimétricos se ha supuesto un tráfico de retorno más reducido, lo cual sería típico de algunas aplicaciones como: acceso a Internet, transferencia de ficheros (telecargas en ambos sentidos), acceso a bancos de datos, correo electrónico (recepción y transmisión), etc. Se escogió una eficiencia del 90% para la portadora con conmutación de paquetes (es decir, las portadoras con conmutación de paquetes tenían una carga media del 90%), que equivale a un sistema muy eficaz. El porcentaje del tráfico diurno (diario) en la hora cargada se supuso del 10% para todos los sistemas, excluyendo el de distribución multimedios, y del 4,2% (fuera de la hora cargada) para la distribución multimedios. Para los servicios con conmutación de circuitos se supone un grado de servicio del 1%. Este porcentaje es coherente con el valor que aplican muchos operadores en la actualidad. Para el tráfico de señalización y del canal de control necesario para soportar el tráfico no multimedios se supone una tara de espectro del 10%, lo cual

está en línea con los valores en los sistemas del SMS actuales. Se prevé que los sistemas multimedios se volverán más eficientes y requerirán una tara de señalización mucho menor. Por consiguiente, se supone una tara de señalización y de espectro correspondiente del 5% para los sistemas multimedios por satélite. El servicio de distribución no utiliza tara alguna.

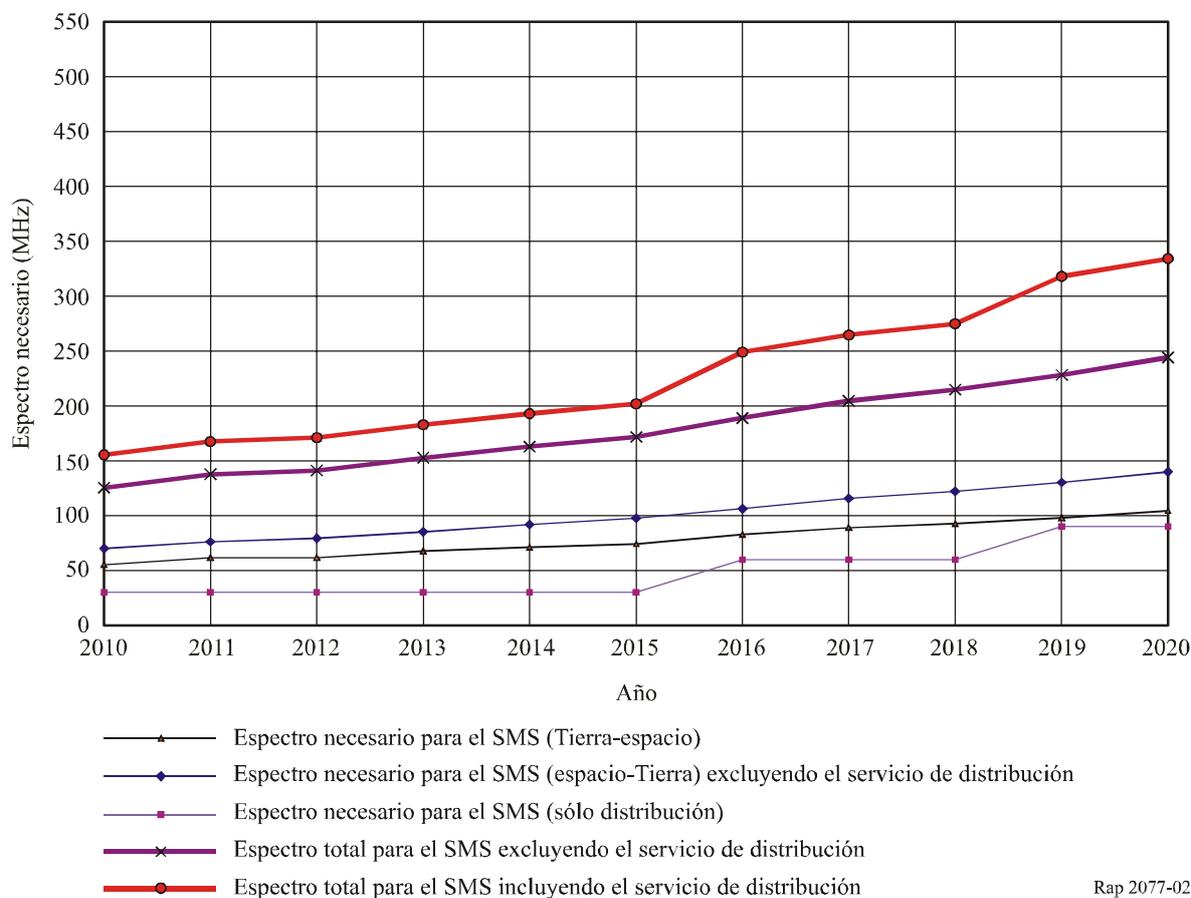
3.3 Resultados

En la Fig. 2 se presentan los requisitos totales de espectro para la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000 de 2010 a 2020 en el caso de tráfico escaso. En el Cuadro 13 se resumen los resultados detallados correspondientes a los diversos tipos de tráfico. En la Fig. 3 se muestran los requisitos totales de espectro en el caso de tráfico elevado y en el Cuadro 14 se incluyen los pormenores de los resultados relativos a los diversos tipos de tráfico.

Como puede observarse, las necesidades de espectro de los servicios no multimedios siguen siendo aproximadamente constantes, mientras que la creciente demanda de servicios multimedios aumenta la demanda de espectro. La contribución dominante a las necesidades de espectro proviene de los servicios multimedios asimétricos (es decir, los tipos de aplicaciones de correo electrónico, Internet, intranet, telecarga de ficheros) y de la distribución multimedios (que exige una gran anchura de banda y servicios ricos en contenido). Las contribuciones a las necesidades de espectro de los demás servicios multimedios y no multimedios siguen siendo casi constantes y relativamente pequeñas.

FIGURA 2

Requisitos totales de espectro en el caso de tráfico escaso

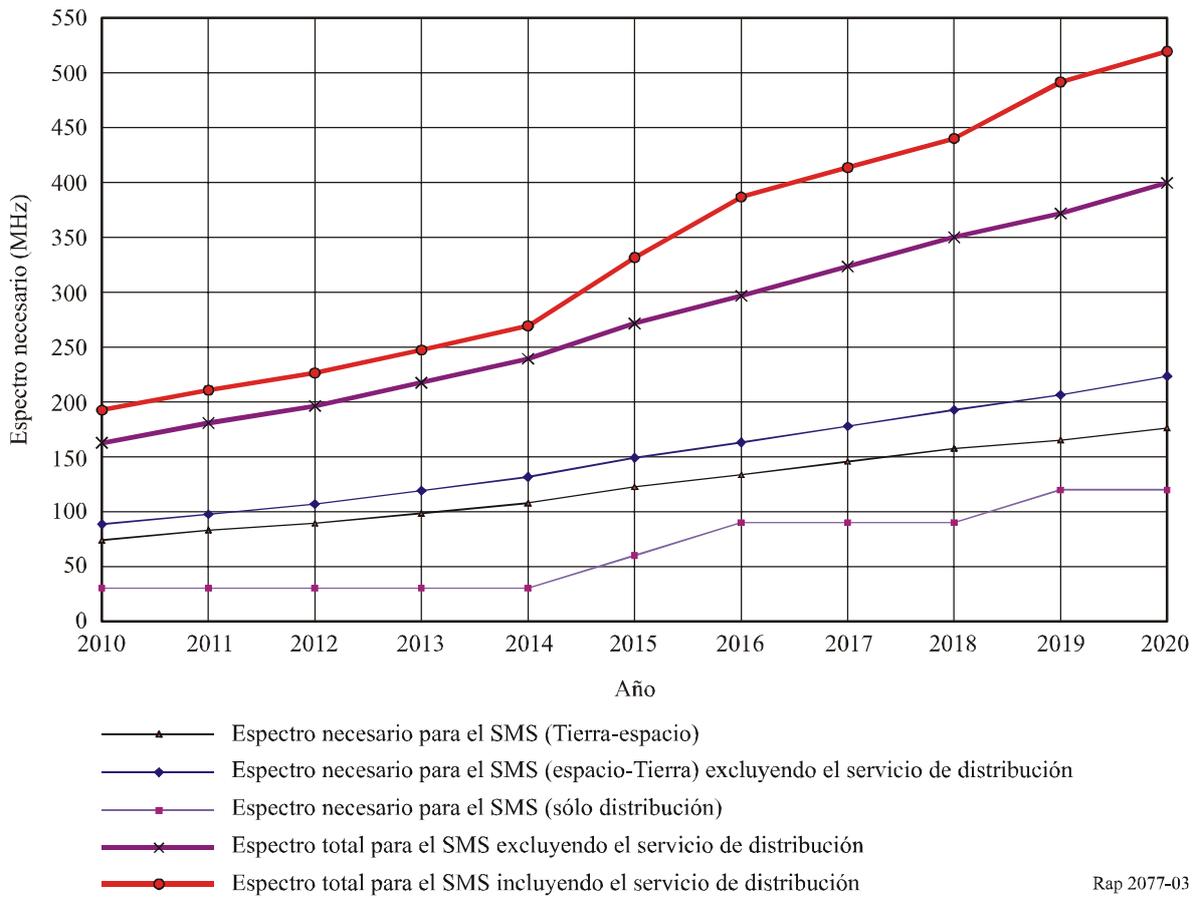


CUADRO 13

Necesidades de espectro pormenorizadas en el caso de tráfico escaso

Espectro total necesario (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tráfico vocal multimedios	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Tráfico interactivo multimedios	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Tráfico de ida multimedios asimétrico	29,4	32,3	35,3	38,2	44,1	47,0	50,0	55,9	58,8	64,7	70,6
Tráfico de retorno multimedios asimétrico	14,7	17,6	17,6	20,6	23,5	23,5	26,5	29,4	29,4	32,3	35,3
Tráfico de datos multimedios a baja velocidad	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	23,5	26,5
Tráfico de distribución multimedios	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	60,0	60,0	90,0	90,0
Tráfico de datos no multimedios a baja velocidad	17,6	17,8	18,0	18,0	18,5	18,5	18,2	18,7	19,2	18,7	19,2
Tráfico de mensajería no multimedios	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tráfico vocal no multimedios	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3	8,3	8,5	8,3	8,5
Espectro total multimedios (espacio-Tierra, salvo distribución)	44,1	50,0	52,9	58,8	64,7	70,6	79,4	88,2	94,1	102,9	111,7
Espectro total multimedios (Tierra-espacio)	29,4	35,3	35,3	41,2	44,1	47,0	55,9	61,7	64,7	70,6	76,4
Espectro total no multimedios (espacio-Tierra y Tierra-espacio)	26,0	26,2	26,4	26,4	27,1	27,1	26,9	27,4	28,1	27,4	28,1
Espectro total en el sentido de ida (espacio-Tierra, salvo distribución)	70,1	76,2	79,4	85,2	91,8	97,7	106,3	115,6	122,1	130,3	139,8
Espectro total en el sentido de retorno (Tierra-espacio)	55,4	61,5	61,7	67,6	71,2	74,2	82,8	89,1	92,7	97,9	104,5
Total de espectro salvo distribución	125,5	137,7	141,1	152,9	163,1	171,9	189,1	204,7	214,9	228,2	244,3
Total de espectro incluyendo distribución	155,5	167,7	171,1	182,9	193,1	201,9	249,1	264,7	274,9	318,2	334,3

FIGURA 3
Necesidades totales de espectro en el caso de tráfico elevado



Rap 2077-03

CUADRO 14

Necesidades pormenorizadas de espectro en el caso de tráfico elevado

Espectro total necesario (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tráfico vocal multimedios	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Tráfico interactivo multimedios	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Tráfico de ida multimedios asimétrico	47,0	52,9	61,7	70,6	82,3	94,1	105,8	117,6	129,4	144,1	158,8
Tráfico de retorno multimedios asimétrico	32,3	38,2	44,1	50,0	58,8	67,6	76,4	85,3	94,1	102,9	111,7
Tráfico de datos multimedios a baja velocidad	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	20,6	23,5
Tráfico de distribución multimedios	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	90,0	90,0	90,0	120,0	120,0
Tráfico de datos no multimedios a baja velocidad	18,2	18,5	18,7	18,9	19,4	19,4	18,9	19,2	19,2	18,5	18,0
Tráfico de mensajería no multimedios	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tráfico vocal no multimedios	8,3	8,3	8,5	8,5	8,8	8,8	8,5	8,5	8,5	8,3	8,1
Espectro total multimedios (espacio-Tierra, salvo distribución)	61,7	70,6	79,4	91,1	102,9	120,5	135,2	149,9	164,6	179,3	197,0
Espectro total multimedios (Tierra-espacio)	47,0	55,9	61,7	70,6	79,4	94,1	105,8	117,6	129,4	138,2	149,9

CUADRO 14 (Fin)

Espectro total necesario (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Espectro total no multimedios (espacio-Tierra y Tierra-espacio)	26,9	27,1	27,6	27,8	28,5	28,5	27,8	28,1	28,1	27,1	26,4
Espectro total en el sentido de ida (espacio-Tierra, salvo distribución)	88,7	97,7	107,0	119,0	131,4	149,1	163,1	178,0	192,7	206,5	223,4
Espectro total en el sentido de retorno (Tierra-espacio)	74,0	83,0	89,3	98,4	107,9	122,6	133,7	145,7	157,4	165,3	176,4
Total de espectro salvo distribución	162,6	180,7	196,3	217,4	239,3	271,7	296,8	323,7	350,1	371,8	399,8
Total de espectro incluyendo distribución	192,6	210,7	226,3	247,4	269,3	331,7	386,8	413,7	440,1	491,8	519,8

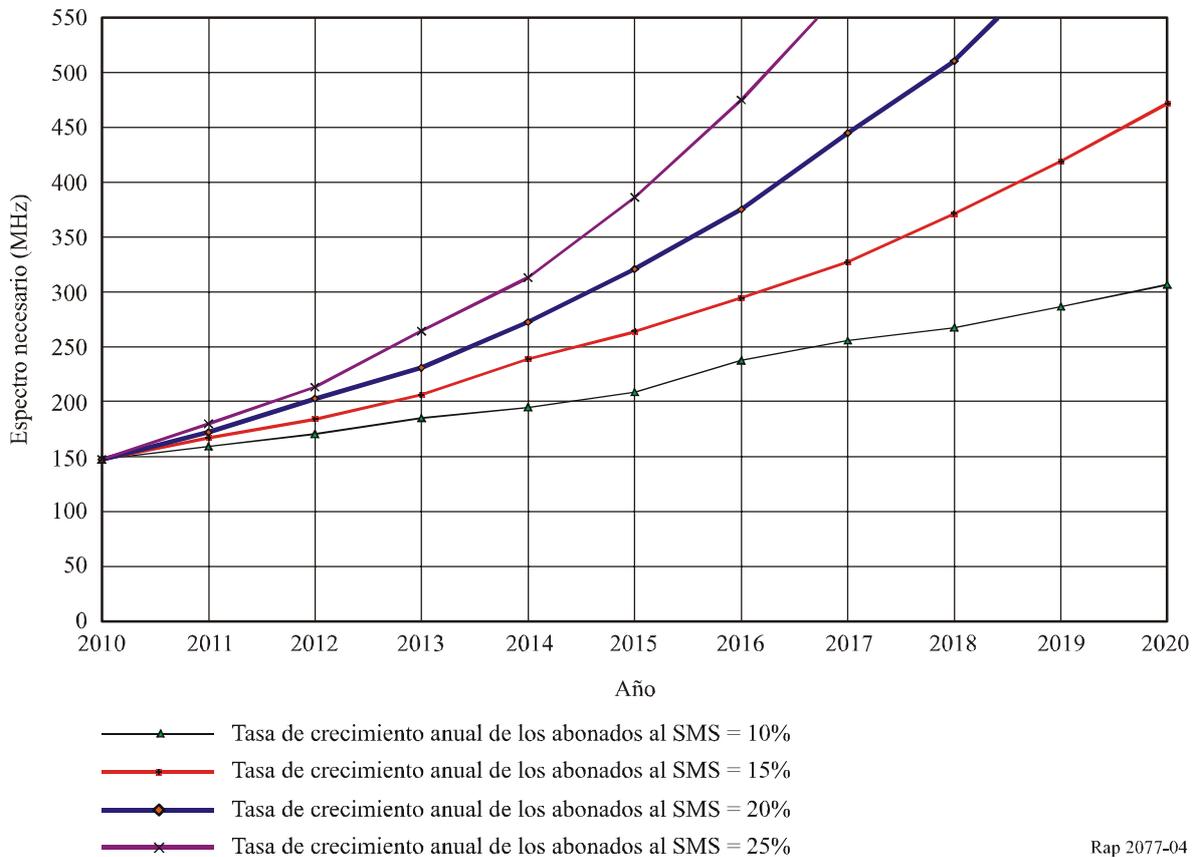
4 Análisis de sensibilidad

Para calibrar la sensibilidad de las necesidades de espectro se modificaron varios parámetros con relación a un caso moderado nominal situado en algún lugar entre los casos de tráfico escaso y de tráfico elevado.

En la Fig. 4 se puede observar el efecto del número de abonados, y además que la tasa de crecimiento anual de los abonados al SMS supone un factor impulsor de las necesidades de espectro.

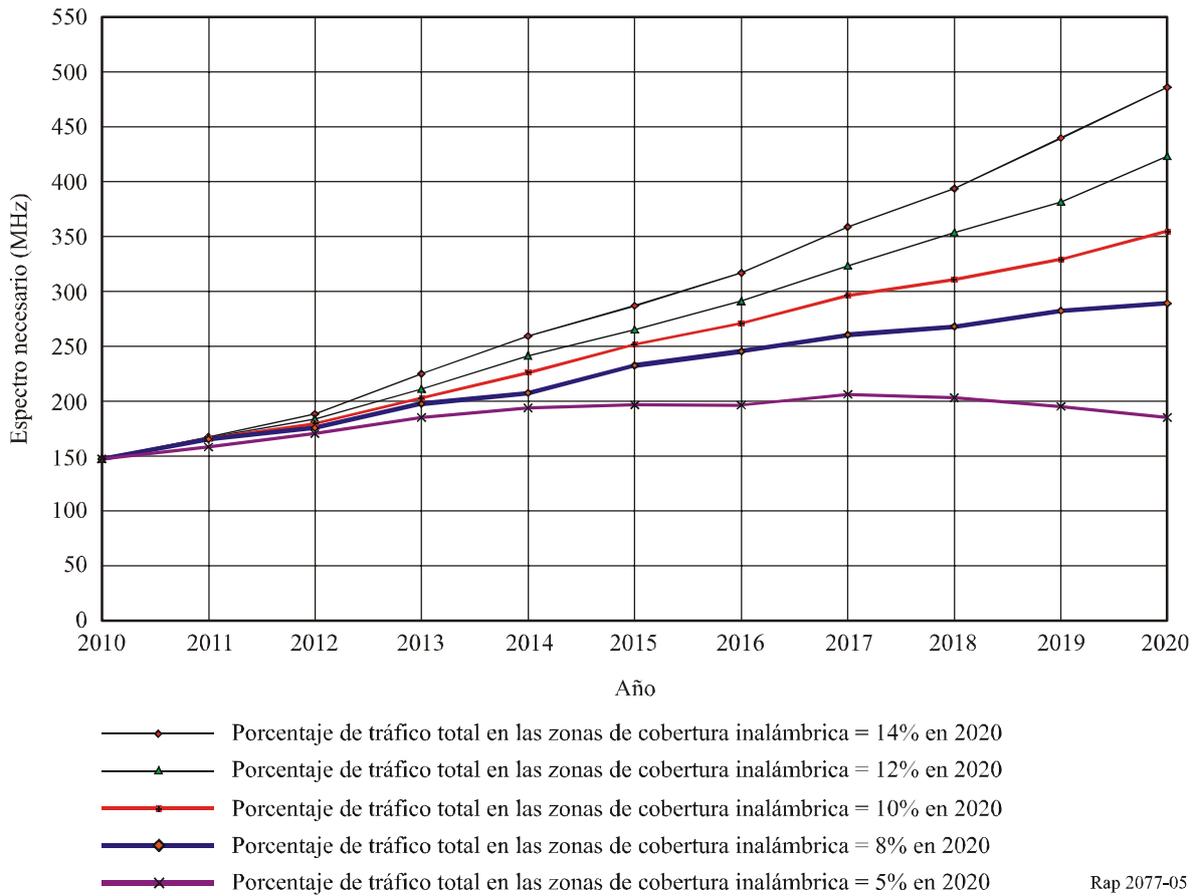
FIGURA 4

Análisis de sensibilidad correspondiente al número de abonados al SMS



En la Fig. 5 se puede observar la repercusión del porcentaje de tráfico total en el grupo para el caso más desfavorable. Este factor también produce un efecto importante en los requisitos de espectro del SMS. Hasta cierto punto, se cuenta con un factor de compensación entre el creciente número de abonados y el porcentaje de tráfico en las zonas de cubrimiento inalámbrico, debido a que el mercado de SMS, que cada vez es más fuerte, supondrá el incentivo motriz necesario para el desarrollo de nuevos satélites del SMS con haces puntuales más grandes.

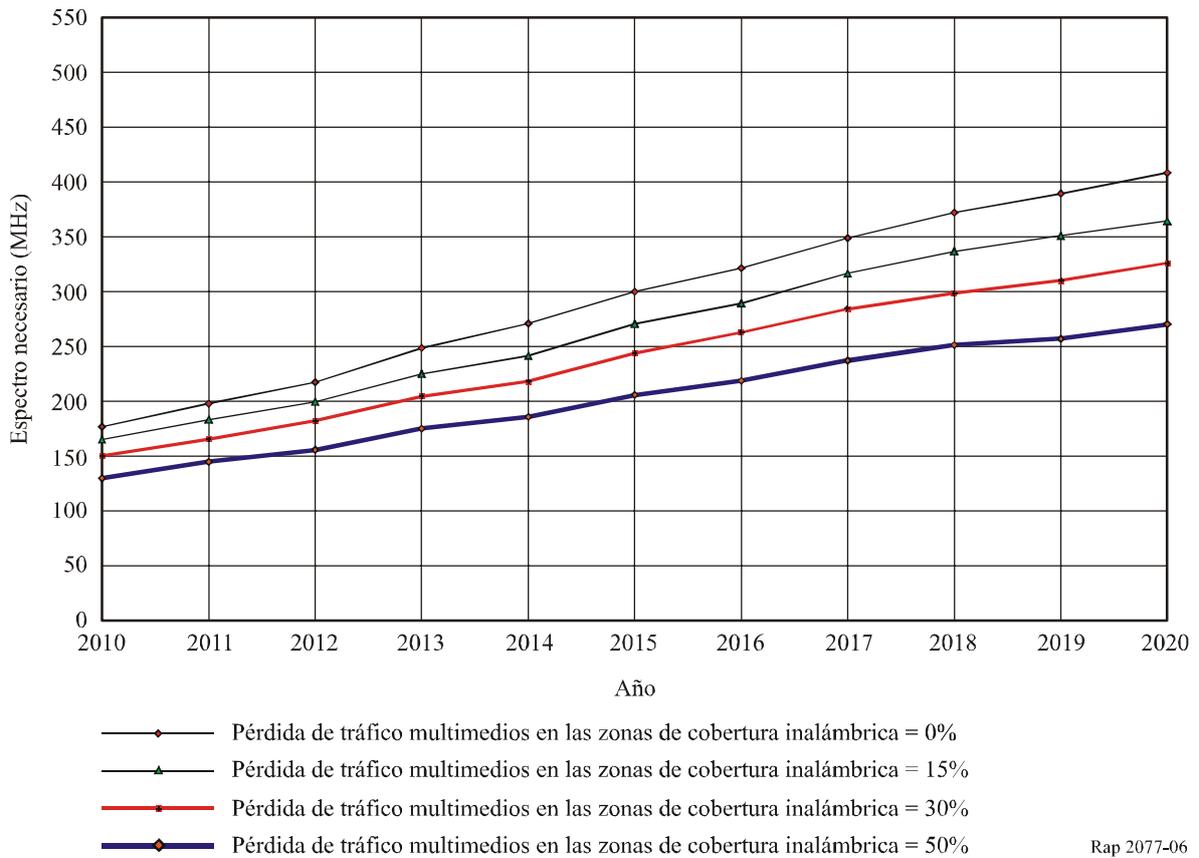
FIGURA 5
Análisis de la sensibilidad correspondiente al porcentaje de tráfico total en un grupo de zonas de cobertura inalámbrica



En la Fig. 6 se muestra la repercusión de la pérdida de tráfico en las zonas de cobertura inalámbrica debido a la compartición con los servicios terrenales. El efecto no es tan fuerte, y podría beneficiar a los proveedores de servicio del SMS ya que el tráfico se distribuye más equitativamente en los demás haces, de modo que, en la práctica, con la misma capacidad del sistema se puede dar servicio a un mayor número de abonados al SMS para una determinada anchura de banda. El número de abonados no debe verse afectado por este factor ya que sólo podría dar por resultado una reducción de la utilización de los terminales del SMS en las zonas de cobertura inalámbrica.

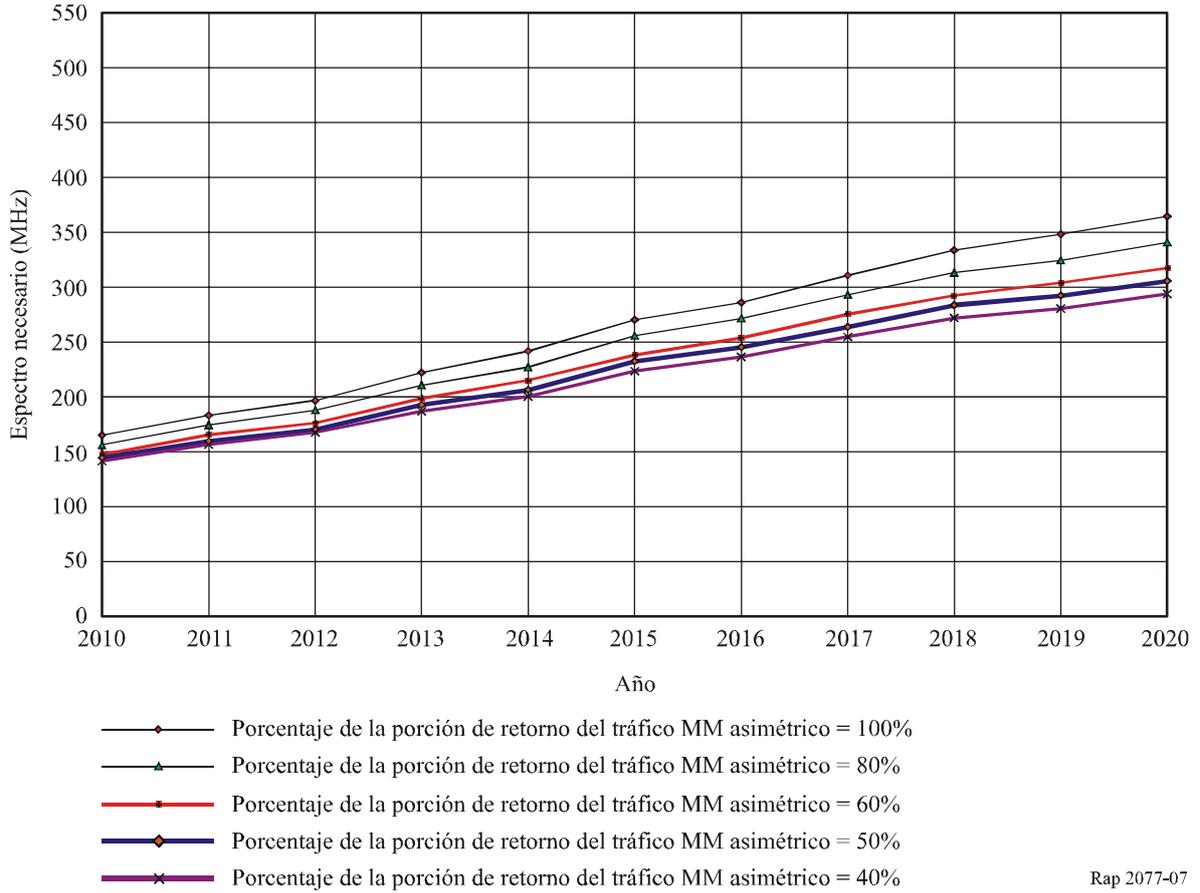
FIGURA 6

Análisis de sensibilidad correspondiente a la pérdida de tráfico en los grupos de zonas de cobertura inalámbrica



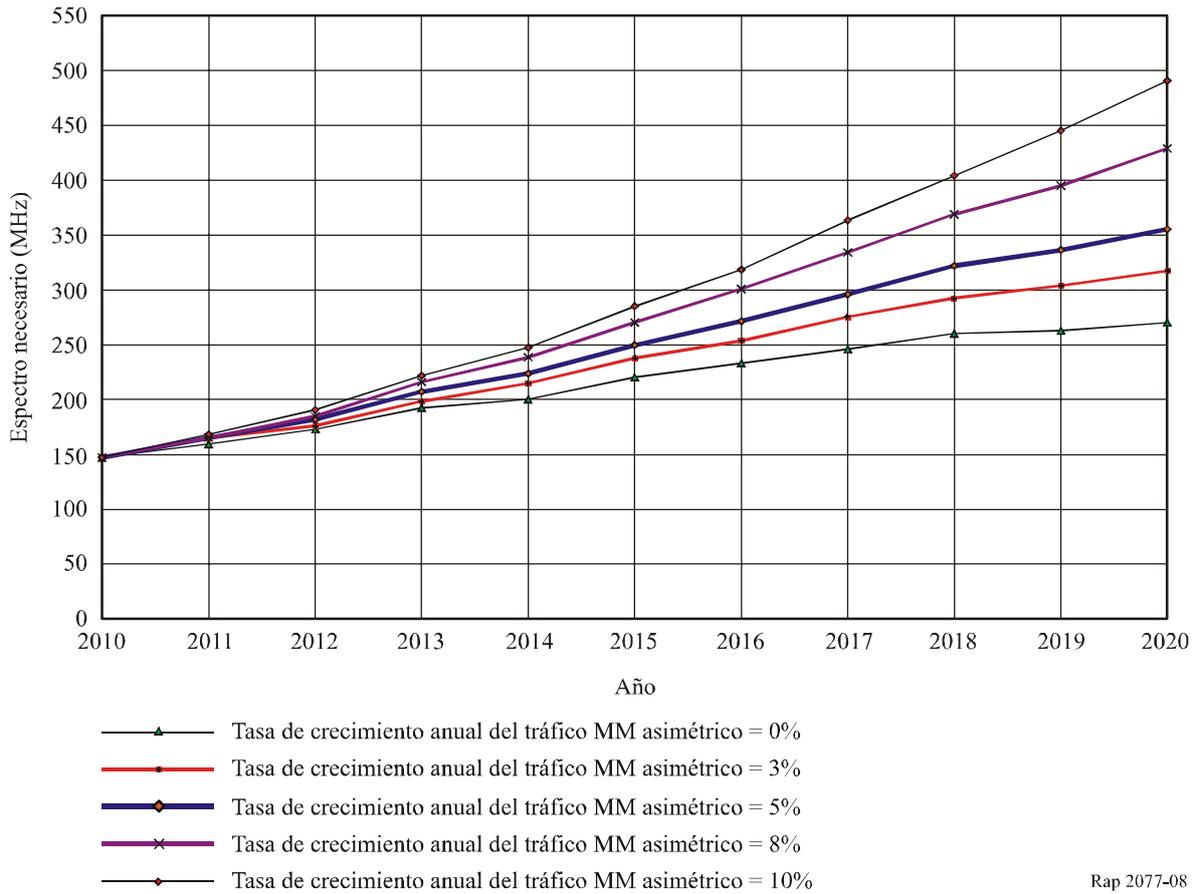
En la Fig. 7 se puede comprobar que el efecto de la relación entre el tráfico de retorno y el de ida de los servicios multimediales asimétricos tiene una influencia poco importante.

FIGURA 7
Análisis de sensibilidad correspondiente al porcentaje de tráfico MM asimétrico



La Fig. 8 representa la repercusión de la tasa de crecimiento anual correspondiente a los servicios multimediales asimétricos que podrían convertirse de hecho en un factor motriz si los servicios multimediales del SMS se vuelven más asequibles gracias a los nuevos sistemas avanzados con alta potencia y múltiples haces con mayor rendimiento.

FIGURA 8
Análisis de la sensibilidad correspondiente a la tasa de crecimiento anual de los servicios MM asimétricos



5 Antecedentes del Reglamento de Radiocomunicaciones

En el Cuadro 15 se enumeran las atribuciones al SMS en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), que equivalen a $2 \times 121,5$ MHz. No obstante, en algunas regiones, las bandas 2 500-2 535 MHz y 2 655-2 690 MHz, o partes de ellas, no están disponibles, quedando sólo aproximadamente $2 \times 86,5$ MHz. La disponibilidad de espectro para el SMS en todo el mundo es prácticamente una condición esencial para las aplicaciones por satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000.

CUADRO 15

Atribución actual de espectro al SMS en la banda 1-5 GHz

Banda del enlace ascendente (MHz)	Banda del enlace descendente (MHz)	Anchura de banda (MHz)
1 626,5-1 645,5; 1 646,5-1 660,5	1 525-1 544; 1 545-1 559	2×33
1 610-1 626,5	2 483,5-2 500	$2 \times 16,5$
1 668-1 675	1 518-1 525	2×7
1 980-2 010	2 170-2 200	2×30
2 670-2 690	2 500-2 520	2×20
2 655-2 670	2 520-2 535	2×15
Espectro total atribuido		$2 \times 121,5$

6 Resumen y conclusiones

En este Informe se presentan las previsiones de tráfico y las necesidades de espectro previstas para la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000 durante el periodo 2010 a 2020. Basándose en una previsión conservadora de abonados para la componente de satélite de las IMT-2000 y sistemas posteriores a las IMT-2000 durante dicho periodo, y aplicando la metodología de cálculo de espectro de la Recomendación UIT-R M.1391 para los sistemas de las IMT-2000, se obtuvo el total de las necesidades de espectro correspondientes a un caso pesimista y otro optimista que se muestra en el Cuadro 16. El principal motivo del desequilibrio entre los sentidos de Tierra-espacio y espacio-Tierra estriba en las aplicaciones de distribución y los servicios multimediales asimétricos que presentan mayores necesidades de espectro en los enlaces espacio-Tierra.

El caso de tráfico escaso previsto se basa en un crecimiento de los abonados al SMS del 9% anual, comenzando con un número conocido de abonados al SMS de 1,4 millones a principios de 2006. En consecuencia, los incentivos para lograr nuevas inversiones que redundarán en la introducción continua de grandes sistemas con más de 200 haces serán reducidos, lo que no permitirá alcanzar una disminución significativa del porcentaje de tráfico en las zonas de cobertura inalámbrica. Las hipótesis adicionales son la pérdida de aproximadamente el 50% del tráfico multimediales asimétrico en las zonas de cobertura inalámbrica, el crecimiento nulo de los servicios multimediales asimétricos y un 50% de tráfico multimediales de retorno asimétrico con relación al sentido de ida. Asimismo, un servicio de distribución con 17 canales para optimizar la utilización de la anchura de banda supuestamente disponible de 30 MHz en 2010, y con 26 canales después de 2015.

El caso de tráfico elevado previsto se basa en un crecimiento de abonados al SMS del 14% anual. Fuertes incentivos para lograr inversiones en nuevas tecnologías del SMS darán por resultado la aparición de grandes sistemas multihaz con reflectores más grandes y aproximadamente 600 haces, los cuales serán introducidos gradualmente hasta 2020. Las hipótesis adicionales son la pérdida de aproximadamente el 25% del tráfico multimedios asimétrico en las zonas de cobertura inalámbrica, una tasa de crecimiento anual del 5% para los servicios multimedios asimétricos y del 71% para el tráfico de retorno multimedios asimétrico. Un servicio de distribución con 26 canales de datos hasta 2015, y a partir de ahí, 35 canales de datos.

Para las aplicaciones de distribución se debe considerar la posibilidad de maximizar el número de canales disponibles para los abonados como una función de la anchura de banda disponible total, de la anchura de banda por canal, de la calidad del canal, del número de haces puntuales y de los sistemas de satélites.

A diferencia de las aplicaciones no multimedios, el tráfico de las aplicaciones de servicio multimedios por satélite seguirá creciendo rápidamente.

La contribución dominante a las necesidades de espectro provienen del servicio de distribución multimedios y de los servicios asimétricos.

El soporte de un grado de movilidad específico a una anchura de banda determinada sólo es posible hasta cierta frecuencia de funcionamiento debido al fenómeno de desvanecimiento rápido y, por consiguiente, en el caso de alta movilidad, las frecuencias de funcionamiento adecuadas serían de hasta 6 GHz.

CUADRO 16

Espectro necesario para los casos de tráfico escaso y elevado

Espectro necesario (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Caso de tráfico escaso											
Espectro en el sentido Tierra-espacio	55	61	62	68	71	74	83	89	93	98	105
Espectro en el sentido espacio-Tierra salvo distribución	70	76	79	85	92	98	106	116	122	130	140
Espectro total sin distribución	125	137	141	153	163	172	189	205	215	228	245
Espectro para los servicios de distribución multimedios	30	30	30	30	30	30	60	60	60	90	90
Total de espectro incluyendo distribución	155	167	171	183	193	202	249	265	275	318	335
Caso de tráfico elevado											
Espectro en el sentido Tierra-espacio	74	83	89	98	108	123	134	146	157	165	176
Espectro en el sentido espacio-Tierra salvo distribución	89	98	107	119	131	149	163	178	193	206	223
Espectro total sin distribución	163	181	196	217	239	272	297	324	350	371	399
Espectro para los servicios de distribución multimedios	30	30	30	30	30	60	90	90	90	120	120
Total de espectro incluyendo distribución	193	211	226	247	269	332	387	414	440	491	519

Para determinar la sensibilidad de las necesidades de espectro se han modificado varios parámetros relacionados con el caso nominal. Este análisis reveló que la tasa de crecimiento anual de los abonados al SMS y el porcentaje de tráfico total en el grupo para el caso más desfavorable, son factores esenciales para determinar las necesidades de espectro. Hasta cierto punto, se cuenta con un factor de compensación entre el creciente número de abonados y el porcentaje de tráfico en las zonas de cobertura inalámbrica, debido a que el mercado del SMS, cada vez más fuerte, incentivará el desarrollo de nuevos satélites del SMS con haces puntuales más grandes. La tasa de crecimiento anual de los servicios multimedios asimétricos también influye significativamente. Las variaciones de la pérdida de tráfico en las zonas de cobertura inalámbrica debido al uso compartido de tráfico con los servicios terrenales son menos significativas. La relación entre el tráfico de retorno y el de ida de los servicios multimedios asimétricos tiene una influencia más bien menor.

En el Cuadro 17 se muestran las necesidades de espectro teniendo en cuenta las atribuciones existentes. Si se considera que de los $2 \times 121,5$ MHz de espectro atribuido al SMS actualmente en la gama 1-5 GHz sólo aproximadamente 2×86 MHz están disponibles en todo el mundo, resulta evidente que es necesario realizar atribuciones adicionales a nivel mundial al SMS, empezando con 14 MHz en el año 2010 y aumentando hasta 114 MHz en el año 2020 para el caso de tráfico escaso, incluyendo 30 MHz y 90 MHz para las aplicaciones de distribución en 2010 y 2020, respectivamente. Un caso de tráfico elevado requeriría aproximadamente 33 MHz en 2010, aumentando a 257 MHz en 2020. Estas estimaciones incluyen 30 MHz y 120 MHz para el servicio de distribución multimedios en 2010 y 2020, respectivamente.

CUADRO 17

**Nuevas atribuciones de espectro necesarias a nivel mundial
para el SMS en la gama de 1-6 GHz**

Espectro necesario (MHz)	Caso de tráfico escaso		Caso de tráfico elevado	
	2010	2020	2010	2020
Espectro en el sentido Tierra-espacio	55	105	74	176
Espectro en el sentido espacio-Tierra salvo distribución	70	140	89	223
Espectro para el servicio de distribución multimedios en el sentido espacio-Tierra	30	90	30	120
Espectro total requerido	155	335	193	519
Nuevas atribuciones necesarias en el sentido Tierra-espacio		19		90
Nuevas atribuciones necesarias en el sentido espacio-Tierra salvo distribución		54	3	137
Nuevas atribuciones necesarias en el sentido espacio-Tierra incluyendo distribución	14	144	33	257