

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

(2006)

1 Introducción

Para alcanzar los objetivos relacionados con los nuevos desarrollos de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas, tal vez se necesite emplear una anchura de banda mayor que la que se identificó para las IMT-2000 en la CAMR-92 y la CMR-2000.

En la Recomendación UIT-R M.1645 se describen, en particular, las expectativas referentes a los futuros desarrollos de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas:

En lo que respecta a los avances tecnológicos y la introducción de las radiocomunicaciones móviles IMT-2000, los acuerdos en torno a estrategias uniformes y coordinadas y a enfoques en el seno de la UIT han sido y continuarán siendo un requisito previo para que estos sistemas tengan éxito a nivel mundial.

Una decisión estratégica importante tomada por la UIT en relación al desarrollo e introducción de las IMT-2000 fue el reconocimiento y aplicación del principio de identificación de bandas de frecuencias armonizadas a nivel mundial, sirviéndose de las notas del Reglamento de Radiocomunicaciones.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de 2003 adoptó la Recomendación UIT-R M.1645 sobre el «Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores». En ella se presta especial atención a la demanda cada vez mayor de comunicaciones inalámbricas, lo que implica que quizás se deban usar velocidades de datos más elevadas para satisfacer las necesidades de los usuarios.

En este Informe se presentan los resultados de estudios técnicos realizados sobre la estimación de necesidades de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas, tal y como lo define el UIT-R, de conformidad con la Resolución 228 (Rev.CMR-03). En el Informe se utilizan datos comerciales para el año 2010 y posteriores proporcionados por los organismos externos a la UIT mencionados en el Informe UIT-R M.2072. Las necesidades de espectro se determinan utilizando la metodología para el cálculo del espectro definida en la Recomendación UIT-R M.1768. En el cálculo del espectro para el desarrollo futuro de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas se introdujeron nuevos conceptos, entre los que se incluyen una combinación de servicios, sistemas complementarios múltiples y Grupos de técnicas de acceso radioeléctrico (GTAR), no empleados en la Recomendación UIT-R M.1390 a fin de calcular el espectro adicional para las IMT-2000.

Según este Informe, se estima que en el año 2020, la anchura de banda total del espectro necesaria para los GTAR 1 y GTAR 2 será de 1 280 MHz (incluido el espectro que ya se está utilizando o que se tiene previsto utilizar para el GTAR 1). Según los cálculos, se estima que las necesidades de espectro oscilan entre 1 280 MHz y 1 720 MHz (incluido el espectro que ya se está utilizando, o que se tiene previsto utilizar para el GTAR 1), lo que representa los supuestos mínimos y máximos del mercado determinados a partir del Informe UIT-R M.2072. Cabe señalar que esta cifra mínima (1 280 MHz) es superior a las necesidades previstas de algunos países, los cuales podrían requerir menos espectro o ningún espectro adicional. Por otra parte, algunos países necesitan una cantidad de espectro superior a la indicada por el valor mayor (1 720 MHz).

1.1 Elementos relativos al servicio

Las expectativas del usuario aumentan continuamente en relación con la variedad de los servicios y las aplicaciones. En particular, los usuarios esperarán toda una serie dinámica y continua de nuevas aplicaciones, capacidades y servicios ubicuos y disponibles mediante una gama de dispositivos que utilizarán un único abono y una única identidad (número o dirección). Los sistemas de comunicación versátiles que ofrecerán servicios personalizados y ubicuos basados en las diversas necesidades individuales tendrán que tener flexibilidad tecnológica para poder satisfacer múltiples demandas simultáneamente.

El tráfico multimedia aumenta mucho más rápidamente que el vocal y predominará cada vez más en los flujos de tráfico. Habrá una evolución correspondiente desde los servicios en los que predomina la conmutación de circuitos a los de conmutación de paquetes. Este cambio dará al usuario la capacidad de recibir de forma más eficaz los servicios multimedia, incluyendo el correo electrónico, las transferencias de ficheros, la mensajería y los servicios de distribución. Dichos servicios pueden ser simétricos o asimétricos y en tiempo real o en diferido. Pueden ocupar una gran anchura de banda, lo que se traducirá en necesidades de velocidad de datos más altas en el futuro.

Se ha iniciado ya el trabajo en cuanto a convergencia de servicios de telecomunicaciones, tales como los de radiodifusión digital y servicios inalámbricos comerciales. La tendencia hacia la integración y la convergencia puede caracterizarse por:

- la conectividad (disposición de un conducto, incluyendo la inteligencia en la red y en el terminal);
- el contenido (información, incluyendo los servicios asimétricos);
- el comercio (transacciones).

Estas tendencias pueden considerarse como la integración y la convergencia de las tecnologías de la información, de telecomunicaciones y de contenido. Todo ello se traducirá en una nueva dinámica de distribución del servicio en un nuevo paradigma de las telecomunicaciones en el que los servicios de valor añadido, tales como los que dependen del emplazamiento, producirán enormes beneficios a los usuarios finales y a los suministradores del servicio.

La convergencia de las tecnologías de la información, los medios y las telecomunicaciones es apenas incipiente en este mundo digital (por ejemplo, HTML, XML e IP). La televisión en los portátiles está también en una etapa inicial y despierta el interés de los clientes aun cuando, por ahora, utiliza transmisión de secuencias, que no es el modo adecuado.

La aparición de los datos móviles a alta velocidad hace que el mercado se redefina para dar cabida a una nueva tendencia de relaciones punto a punto (texto, voz, imagen, vídeo) y mayor autonomía del individuo. El año 2004 puede considerarse como el año de cambio para las telecomunicaciones móviles y se le puede denominar «el año 1 del Internet personal y portátil». (Véanse los Informes de la UIT: [ITU Internet Reports 2004: The Portable Internet](#) y [ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things](#).)

Además, las comunicaciones «siempre activas» permitirán que, independientemente de su ubicación, los usuarios puedan utilizar dispositivos en red o interconectados para acceder a contenidos e información pertinente. Aunque las aplicaciones de datos móviles ya han permitido que desde su teléfono los usuarios móviles tengan acceso a servicios similares a los de Internet, los sistemas futuros no sólo incluirán aplicaciones personales (por ejemplo, teléfonos celulares), sino que también integrarán servicios en objetos inanimados que podrían ser de uso generalizado.

1.2 Elementos de la tecnología

Las comunicaciones inalámbricas abarcan una amplia gama de tecnologías, servicios y aplicaciones que han surgido para atender a necesidades particulares de distintos sectores del mercado y entornos de usuario. Los diferentes sistemas pueden caracterizarse ampliamente por:

- el contenido y los servicios ofrecidos;
- las bandas de frecuencias de funcionamiento;
- las normas que definen los sistemas;
- las velocidades de datos admitidas;
- los mecanismos de distribución bidireccional y unidireccional;
- el grado de movilidad;
- los requisitos reglamentarios;
- el costo.

Los sistemas de segunda generación se diseñaron principalmente para aplicaciones tales como las vocales. Las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas se diseñarán cada vez más como combinación de las diferentes tecnologías de acceso radioeléctrico, complementándose entre sí de forma óptima para los distintos requisitos de servicio y entorno radioeléctricos, a fin de ofrecer una plataforma de servicio común y flexible de cara a los distintos servicios y aplicaciones.

El acceso a un servicio o a una aplicación puede ser realizado utilizando un sistema o puede lograrse utilizando múltiples sistemas simultáneamente (por ejemplo, un canal de radiodifusión digital y un canal de retorno con las IMT-2000).

En el futuro, los operadores podrán desplegar una combinación de tecnologías que pueda, en varias fases temporales y sujeta a consideraciones de mercado y reglamentarias, incorporar sistemas celulares, LAN inalámbricos, radiodifusión digital, satélites y otros sistemas de acceso. Ello exigirá la interacción armoniosa de estos sistemas, a fin de que el usuario pueda recibir diversos contenidos a través de varios mecanismos de distribución, dependiendo de las capacidades del terminal particular, del emplazamiento y del perfil de usuario.

Los diferentes sistemas de acceso radioeléctrico se conectarán a través de redes centrales flexibles. De esta manera, un usuario individual podrá conectarse a través de diversos sistemas de acceso diferentes a las redes y a los servicios que desee. El interfuncionamiento entre estos distintos sistemas de acceso, en términos de traspaso horizontal y vertical y de prestación del servicio sin discontinuidad con negociación del servicio que incluya la movilidad, la seguridad y la gestión de la calidad de servicio, será un requisito clave.

Es necesario disponer de esta información antes de poder estimar las necesidades de frecuencias de las aplicaciones avanzadas de comunicaciones inalámbricas. No obstante, la mayoría de estudios de mercado realizados a la fecha tienden a centrarse en el mercado global de las comunicaciones que ha de atenderse mediante servicios móviles y otros servicios inalámbricos avanzados.

2 Cometido

El presente Informe:

- a) aborda únicamente los futuros GTAR de las comunicaciones móviles relacionados con las IMT, centrándose en particular en las necesidades de espectro para la preparación del punto 1.4 del orden del día de la CMR-07. Por otra parte, la Recomendación UIT-R M.1645 presenta el marco de referencia de una gama más amplia de futuros GTAR de las comunicaciones móviles del año 2010 en adelante;

- b) describe las demandas previstas de tráfico de las futuras aplicaciones/servicios del mercado mundial de las comunicaciones móviles del año 2010 en adelante, que las capacidades del desarrollo futuro de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas podrían soportar;
- c) analiza debidamente los resultados de las previsiones del servicio y del mercado mencionadas en el Informe UIT-R M.2072 para la estimación de demanda de tráfico;
- d) determina la relación de distribución entre los GTAR a fin de identificar las demandas de tráfico pertinentes a las IMT, tomando en consideración el Informe UIT-R M.2072;
- e) identifica las características de los GTAR adecuadas para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas en el marco del punto 1.4 del orden del día de la CMR-07;
- f) se refiere a la metodología definida en la Recomendación UIT-R M.1768;
- g) describe parámetros, relativos tanto al mercado/servicio como a los aspectos radioeléctricos, y sus correspondientes valores, algunos de los cuales figuran en los Informes UIT-R M.2072 y UIT-R M.2074, respectivamente;
- h) proporciona los resultados numéricos del cálculo del espectro, además de valores para los parámetros de entrada;
- i) determina la cantidad de espectro necesaria para soportar las aplicaciones/servicios de las redes pre-IMT, de las IMT-2000, de la futura evolución de las IMT-2000 y de las IMT-Avanzadas.
- j) no trata las necesidades concretas de espectro correspondientes a la hipótesis de grandes zonas de cobertura con baja teledensidad. Por lo tanto, no se incluyen los parámetros pertinentes a dicho caso hipotético.

3 Recomendaciones e Informes pertinentes del UIT-R

Recomendaciones:

UIT-R M.687	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.819	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) para los países en desarrollo
UIT-R M.1034	Requisitos de las interfaces radioeléctricas para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.1457	Detailed specification of the radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.1645	Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores
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
UIT-T Q.1702	Visión a largo plazo de las características de las redes de sistemas posteriores a los sistemas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)

Informes:

UIT-R M.2072	World mobile telecommunication market forecast
UIT-R M.2074	Radio aspects for the terrestrial component of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000.

4 Tendencia del mercado de las futuras comunicaciones móviles

En la Recomendación UIT-R M.1645 se trata el marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores.

Los sistemas actuales de comunicaciones móviles han evolucionado incorporando permanentemente nuevas capacidades y mejoras al sistema; gracias a ello el usuario percibirá un aumento significativo de la capacidad en los futuros sistemas de las IMT-2000. Las IMT-Avanzadas se crearán mediante la fusión funcional de elementos actuales, mejorados y nuevos de las IMT-2000, sistemas de acceso inalámbrico nómada y otros sistemas inalámbricos compatibles y de características comunes.

En la Recomendación UIT-R M.1645 se llega a la conclusión de que las bandas de frecuencias acordadas internacionalmente fomentarán particularmente la adopción de los sistemas IMT-Avanzados. El espectro común mundial debe ser un objetivo preferente, a fin de garantizar la itinerancia y una reducción en los costes de los equipos mediante la economía de escala.

Para alcanzar el requisito mencionado, el UIT-R elaboró y aprobó la Cuestión UIT-R 229/8 sobre el desarrollo futuro de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas. Uno de los *decide* contempla las características técnicas y de explotación necesarias para satisfacer los requisitos (tales como utilización de las bandas de frecuencias identificadas) de las mejoras permanentes de las IMT-2000.

5 Metodología del Grupo de técnicas de acceso radioeléctrico (GTAR) para estimar el espectro

5.1 Definición de los GTAR

En la Recomendación UIT-R M.1645 se consideran tanto las tendencias de los usuarios como las de los servicios y aplicaciones y se identifican tres tipos concretos de capacidades:

- a) capacidades de las IMT-2000,
- b) capacidades de los nuevos accesos móviles, y
- c) capacidades del acceso inalámbrico nómada/de área local, tal como se ilustra en la Fig. 2 de la Recomendación.

Se reconoce que los tipos de capacidades b) y c) son capacidades nuevas que han de proporcionar los sistemas de las IMT-Avanzadas.

La Recomendación también trata una combinación de servicios y múltiples mecanismos de distribución empleados para cursar el tráfico de los servicios. Algunos sistemas como las IMT-2000 cuentan con especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de sus mecanismos de distribución, mientras que otros sistemas nuevos no las poseen aún.

Se decidió que la metodología de cálculo del espectro de los futuros desarrollos de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas debe ser lo suficientemente flexible como para tratar tanto las tecnologías incipientes como los sistemas de características conocidas. La Recomendación UIT-R M.1768 señala que la metodología debe ser *tecnológicamente neutral y general*. De conformidad con esto, el Informe UIT-R M.2074 introdujo el concepto de Grupos de técnicas de acceso radioeléctrico (GTAR) para referirse a los dos tipos de sistema: los que no poseen aún especificaciones detalladas y los que sí poseen especificaciones detalladas. Por tanto, se puede definir el GTAR de la siguiente forma:

Grupo de técnicas de acceso radioeléctrico (GTAR): *modelo de sistema de referencia* que mejor acomoda uno de los tipos de capacidades identificados en la Fig. 2 de la Recomendación UIT-R M.1645.

Dicho de otra forma, un GTAR puede definirse como un modelo de referencia que incluye las mínimas especificaciones de sistemas requeridas para determinar las necesidades de espectro. En un proceso posterior de la normalización se definirá el GTAR con más detalle para que se convierta en una especificación básica global (GCS, *global core specification*).

La estimación de los requisitos de espectro debe tener en cuenta las tecnologías pertinentes. El agrupamiento se basa en el punto 1.4 del orden del día, en la Resolución 228 (Rev.CMR-03) y en la Recomendación UIT-R M.1645.

Los siguientes son los Grupos de técnicas de acceso radioeléctrico (TAR):

- *Grupo 1*: Sistemas pre-IMT, IMT-2000 y sus mejoras.
 - En este grupo se incluyen los sistemas móviles celulares, los sistemas IMT-2000 y sus mejoras.
- *Grupo 2*: IMT-Avanzadas, según se describen en la Fig. 2 de la Recomendación UIT-R M.1645 (por ejemplo, el nuevo acceso móvil y el nuevo acceso inalámbrico nómada/de área local), pero excluyendo los sistemas ya descritos en otros grupos de TAR.
- *Grupo 3*: Redes radioeléctricas de área local (LAN) actuales y sus mejoras.
- *Grupo 4*: Sistemas de radiodifusión móviles digitales y sus mejoras.
 - En este grupo se incluyen los sistemas de radiodifusión hacia terminales móviles y portátiles.

A continuación se presentan las justificaciones de estos grupos:

Grupo 1: La necesidad de que exista este Grupo de TAR radica directamente en el punto 1.4 del orden del día y en la Recomendación UIT-R M.1645. La propuesta de incluir las IMT-2000 y sus mejoras futuras en un mismo grupo TAR es coherente con lo planteado en la Recomendación UIT-R M.1645, en el sentido de que «habrá una evolución constante y continua de las IMT-2000 en apoyo de nuevas aplicaciones, productos y servicios», lo que también confirman las actuales actividades de normalización.

Los sistemas pre-IMT se incluyen en el Grupo 1 de TAR, por los siguientes motivos:

- Los sistemas pre-IMT abarcan un subconjunto de los servicios de las IMT-2000 y por ello el tráfico que generan puede sumarse al tráfico de las IMT-2000.
- La mayor parte de las bandas de las tecnologías pre-IMT-2000 corresponden a bandas de las IMT-2000 y, por tanto, dichas bandas se tendrán en cuenta en los cálculos.
- Puede tenerse técnicamente en cuenta la existencia de sistemas pre-IMT ajustando adecuadamente los parámetros radioeléctricos del Grupo 1 de TAR, como por ejemplo la eficacia en la utilización del espectro, de forma que el valor de cada parámetro radioeléctrico sea *representativo*, para todas las TAR pertenecientes al grupo.
- Los datos de mercado cubren un periodo que se extiende más allá de 2015, en que los sistemas pre-IMT podrían estar perdiendo importancia en algunos países o regiones. No obstante, la concesión de licencias, la evolución del mercado, la evolución hacia las IMT-2000, etc., podrían variar de un país a otro o de una región a otra. Estas cuestiones no se tratan en el punto 1.4 del orden del día de la CMR-07.

Grupo 2: La necesidad de que exista este Grupo de TAR procede directamente del punto 1.4 del orden del día y la Recomendación UIT-R M.1645. Las IMT-Avanzadas comprenden los nuevos accesos móviles y las nuevas capacidades de acceso nómada/de área local. La existencia de un Grupo de TAR diferente al Grupo 1 está motivada por el hecho de que se espera que las características y capacidades de las TAR de los sistemas de las IMT-Avanzadas sean fundamentalmente diferentes a las de las IMT-2000 y sus desarrollos futuros.

Grupo 3: La necesidad de tener en cuenta este Grupo de TAR proviene de la Recomendación UIT-R M.1645. Se ha identificado que las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas están relacionadas con las redes inalámbricas de área local (RLAN). Es de esperar que las actuales RLAN compartan una parte del tráfico total pertinente. En la CMR-03 se identificó un espectro común a nivel mundial para las RLAN que permite que dichas redes tengan una gran capacidad.

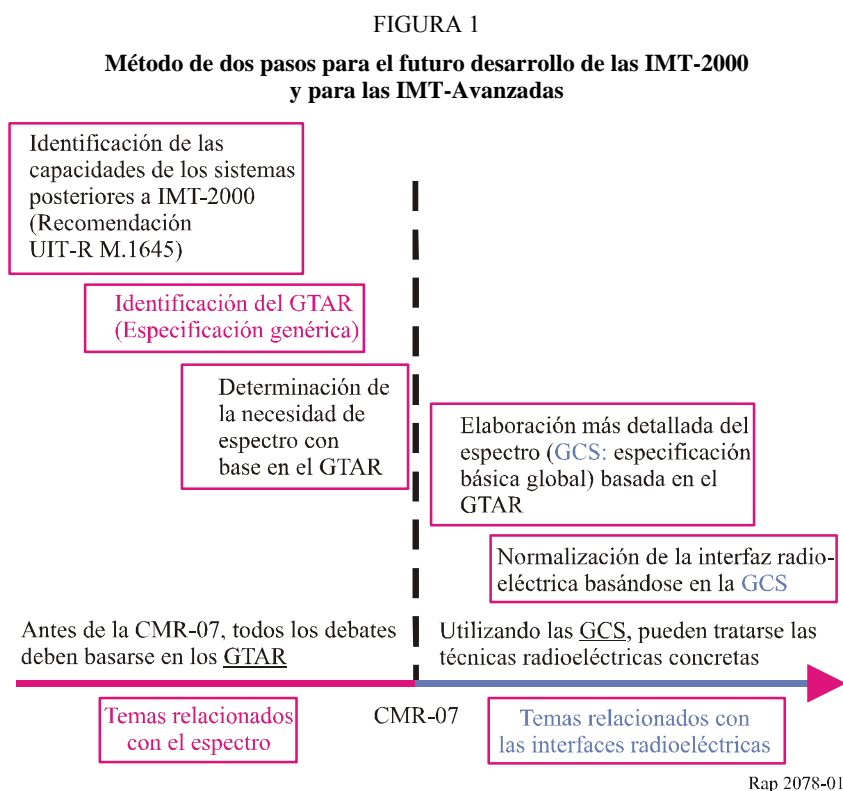
Grupo 4: La necesidad de tener en cuenta este Grupo de TAR proviene de la Recomendación UIT-R M.1645 así como del hecho de que se espera que en los próximos años surjan nuevos servicios de radiodifusión móviles que utilicen tecnologías tales como radiodifusión de datos IP. Estos servicios proporcionarán servicios punto a multipunto que abarcarán una parte del mercado móvil total.

5.2 Método de GTAR para determinar las necesidades de espectro

La introducción del concepto de GTAR permite tratar por separado las cuestiones relativas a las necesidades de espectro y las relativas a las interfaces radioeléctricas, en lo referente a los plazos de tiempo. Es generalmente conocido que la cantidad de espectro necesaria para un sistema en particular depende de algunos de los parámetros del sistema, pero no de todos los parámetros que le caracterizan. Como los GTAR poseen algunos parámetros del sistema que no dependen de la tecnología pero que son indispensables para determinar las necesidades de espectro, es posible analizar dichas necesidades para los GTAR sin haber determinado totalmente el conjunto de parámetros del sistema (incluidos los parámetros dependientes de la tecnología). Esto es muy conveniente y práctico al analizar las necesidades de espectro, ya que podría pasar mucho tiempo antes de que se pudiera identificar el espectro necesario y ese espectro debe identificarse mucho antes de la instalación del sistema.

A la inversa, desde el punto de vista de la interfaz radioeléctrica, es mejor emplear la tecnología más reciente al elaborar las normas de las interfaces radioeléctricas, ya que estas tecnologías contribuyen a mejorar la eficacia en la utilización del espectro. El conflicto que existe entre la identificación temprana del espectro y la adopción de la tecnología más reciente se puede resolver introduciendo el concepto de los GTAR; es decir, pueden analizarse las necesidades del espectro utilizando primero GTAR genéricos e independientes de la tecnología, para proceder luego a elaborar la especificación detallada del GTAR en la forma de una GCS y tratar las técnicas de las interfaces radioeléctricas utilizando la GCS, como se indica en la Fig. 1.

Por tanto, se decidió que antes de la CMR-07 se determinarían las necesidades de espectro basándose en los GTAR, sin que se determinaran los sistemas concretos.



6 Método de desfase temporal del mercado común mundial

En el presente Informe se calculan las necesidades de espectro del Grupo 1 de las TAR y el Grupo 2 de las TAR, para tres años diferentes: 2010, 2015 y 2020. Las necesidades de espectro se determinan siguiendo la metodología expuesta en la Recomendación UIT-R M.1768, utilizando el conjunto de parámetros de entrada presentados en el § 7.

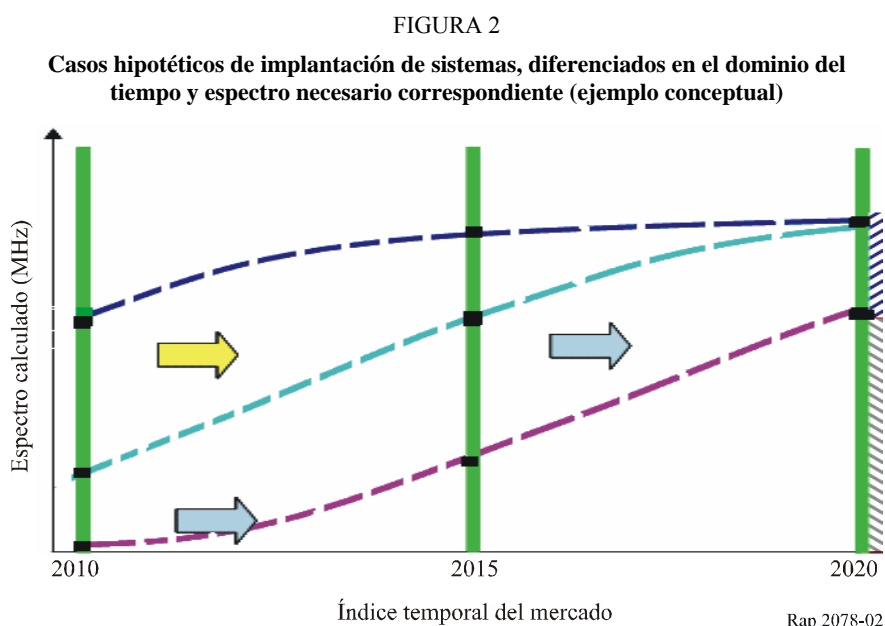
El cálculo del espectro se basa en el «mercado común mundial» presentado en el Informe UIT-R M.2072, donde se caracteriza el futuro mercado móvil para los años 2010, 2015 y 2020. En el Informe UIT-R M.2072 se definen gamas para los parámetros de mercado, mientras que los cálculos del espectro exigen valores fijos para los diversos parámetros de entrada.

Existen diferencias regionales en cuanto al desarrollo del mercado, es decir, en algunas partes del mundo se puede alcanzar un cierto nivel de desarrollo del mercado antes o después que el «mercado común mundial» (en promedio). A fin de caracterizar la diferencia en cuanto al desarrollo del mercado y las hipótesis de instalación de los Grupos de TAR para los diversos países, se calculan las necesidades de espectro utilizando el método de desfase temporal. Con este método, se obtienen conjuntos singulares de valores de parámetros de mercado a partir del Informe UIT-R M.2072, para los años 2010, 2015 y 2020. Debido a las diferencias regionales en el desarrollo del mercado, se interpreta que los conjuntos de caracteres son válidos para países diferentes en periodos de tiempo distintos.

Empleando los conjuntos singulares de predicción de la evolución del mercado para 2010, 2015 y 2020, se pueden calcular las necesidades de espectro de un caso hipotético por defecto, denominado caso hipotético «medio». A partir de estas tres predicciones del mercado/necesidades de espectro, se deducen dos casos hipotéticos adicionales diferentes: los casos hipotéticos «temprano» y «tardío». Estos dos casos hipotéticos adicionales muestran la utilización que hace el mercado del desfase temporal en diferentes países densamente poblados. Los casos hipotéticos adicionales «temprano» y «tardío», junto con el caso hipotético «medio» caracterizan los diversos ritmos de implantación de sistemas y de desarrollo del mercado en diversas áreas.

Este método y todos los casos hipotéticos predicen que, habida cuenta de la escala temporal, el mercado previsto se saturará de forma similar en los diversos países densamente poblados. La identificación temprana del espectro de las IMT-Avanzadas que ha de utilizar el mercado móvil «saturado» aporta beneficios adicionales. Aunque la identificación se realice en la CMR-07, la escala de tiempo de utilización del espectro disponible puede diferir de una administración a otra, dependiendo, por ejemplo, de las diversas hipótesis temporales escogidas.

En la Fig. 2, se muestra conceptualmente el método de desfase temporal. Algunos países, en los que se desee implantar cuanto antes los futuros sistemas móviles, percibirían la introducción de los sistemas conforme al ritmo ilustrado por la línea azul (línea superior). Este tipo de introducción y de supuestos del mercado corresponden al caso hipotético «temprano» del mercado. Otros países, aplicarían una introducción de los sistemas y unos supuestos del mercado correspondientes al caso hipotético «medio», que representa la línea azul claro (línea del medio). Ello correspondería a los supuestos por defecto para los cálculos de las necesidades de espectro. Los países cuyo desarrollo del mercado y/o introducción de sistemas supuestamente se realizaría a un ritmo menor, tendrían la percepción mostrada en color magenta (línea inferior), denominada caso hipotético «tardío». La atribución del espectro identificado puede diferir de las previsiones del mercado. Es de suponer que esta diferencia se haga patente entre los años índice 2010 y 2015, por lo que las tendencias de las necesidades de espectro entre «2010» y «2020» se dibujan con línea discontinua.



En la Fig. 2 se muestra la forma en que los tres casos hipotéticos de ejemplo para tres grupos de países presentan perspectivas desfasadas en el tiempo, con inicio en momentos distintos, por ejemplo, con 5 años de diferencia. Para los tres grupos se han hecho las mismas hipótesis de implantación de los sistemas, independientes del momento de inicio, lo que se aprecia en la forma de la curva.

7 Elementos que intervienen en el cálculo del espectro

7.1 Elementos relativos al servicio empleados para el cálculo

7.1.1 Categorías de servicio (CS)

Una categoría de servicio (CS) es una combinación de tipo de servicio y clase de tráfico, según se ilustra en el Cuadro 1.

CUADRO 1
Clasificación de los servicios

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	CS 1	CS 6	CS 11	CS 16
Multimedios de alta velocidad	CS 2	CS 7	CS 12	CS 17
Multimedios de media velocidad	CS 3	CS 8	CS 13	CS 18
Datos y multimedios de baja velocidad	CS 4	CS 9	CS 14	CS 19
Datos de muy baja velocidad ⁽¹⁾	CS 5	CS 10	CS 15	CS 20

⁽¹⁾ Comprende voz y SMS.

7.1.2 Entorno de servicio (ES)

Se definen los entornos de servicio (ES) para combinaciones de teledensidad y pautas de utilización de servicio, según el Cuadro 2.

CUADRO 2
Identificación de entornos de servicio

Teledensidad Patrón de utilización de servicio	Urbana densa	Suburbana	Rural
Hogar	ES 1	ES 4	ES 6
Oficina	ES 2	ES 5	
Lugar público	ES 3		

7.1.3 Parámetros de categoría de servicio

Caracterizan a las categorías de servicio parámetros que se obtienen a partir de estudios efectuados en el mercado o de otras fuentes. Los siguientes parámetros se han extraído del Informe UIT-R M.2072:

- 1 Densidad de usuarios (usuarios/km²).
- 2 Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/(s * usuario)).
- 3 Velocidad binaria media del servicio (bit/s).
- 4 Duración media de sesión (s/sesión).
- 5 Relación de movilidad.

Los primeros cuatro parámetros mencionados caracterizan la demanda de diversas categorías de servicio, mientras que el parámetro relativo a la movilidad se utiliza en la distribución del tráfico. La movilidad terminal está estrechamente relacionada con las previsiones de utilización de la aplicación. En los estudios de mercado que figuran en el Informe UIT-R M.2072, se caracteriza a las clases de movilidad como sigue:

- 1) Estacionaria (0 km/h)
- 2) Baja (> 0 km/h y < 4 km/h)
- 3) Alta (> 4 km/h y < 100 km/h)
- 4) Superalta (>100 km/h y < 250 km/h).

Los límites de estas categorías deberían corresponder a las características típicas de las redes de radiocomunicación celular. A efectos de aplicar las clases de movilidad en la metodología, las clases de movilidad que se deducen de los estudios de mercado se interpretan como sigue:

- 1) Estacionaria/peatonal (0-4 km/h)
- 2) Baja (> 4 km/h y < 50 km/h)
- 3) Alta (> 50 km/h).

El tráfico de la clase de movilidad «alta» según los estudios de mercado se divide en clases de movilidad «baja» y «alta» a los efectos de la metodología. Esta subdivisión requiere tener en cuenta las características de los entornos de servicio considerados, lo que puede dar lugar a diferentes factores de subdivisión J_m , para m entornos de servicios diferentes. La correspondencia del tráfico respecto de las clases de movilidad se presenta en los Cuadros 3 y 4.

CUADRO 3

Correspondencia de clases de movilidad

Movilidad en el estudio de mercado	Movilidad en la metodología
Estacionaria	Estacionaria/peatonal
Baja	
Alta	Baja (fracción J_m)
Superalta	Elevada (fracción $1 - J_m$)

CUADRO 4

Valores J para la correspondencia de clases de movilidad en los distintos entornos de servicio

Entorno de servicio m	Valor J_m
1	1
2	1
3	1
4	1
5	0,5
6	0

En el § 7.2 se presentan los valores de los parámetros de categoría de servicio obtenidos a partir de los estudios de mercado. Además de los parámetros de categoría de servicio relativos al mercado, los algoritmos de cálculo de capacidad de la metodología requieren parámetros que no se pueden extraer del Informe UIT-R M.2072. Se requieren parámetros diferentes para las categorías de servicio con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes. En el Cuadro 5 figuran los valores de los parámetros requeridos para las categorías de servicio del tipo conmutación de circuitos.

La calidad del servicio empleada en los modelos de teletráfico puede afectar significativamente la cantidad necesaria de espectro. Los valores actuales elegidos deben reflejar la calidad de funcionamiento esperada.

CUADRO 5

Parámetros de categoría de servicio: comunes para la clase de tráfico por conmutación de circuitos para los años 2010, 2015 y 2020

Parámetro	Clase de tráfico	
	Conversacional	Flujo continuo
	CS1 – CS5	CS6 – CS10
Probabilidad de bloqueo	0,01	0,01

En los Cuadros 6 a 8, Cuadros 9 a 11 y Cuadros 12 a 14 figuran, respectivamente, los valores de los parámetros requeridos para la conmutación de paquetes para los años 2010, 2015 y 2020. Se especifican únicamente los valores para las categorías de servicio consideradas en el cálculo de capacidad relativo a la conmutación de paquetes, conforme a lo definido en la Recomendación UIT-R M.1768, es decir, para las categorías de servicio 11-20.

CUADRO 6

Tamaño medio del paquete IP por categoría de servicio para el año 2010 (unidad: byte)

Clase de tráfico / Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 114,00	853,83
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 345,78	1 111,54
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	790,59	1 114,00
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	92,86	207,00
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	44,76	207,00

CUADRO 7

Segundo momento del tamaño del paquete IP por categoría de servicio para el año 2010 (unidad: byte²)

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 549 475,00	1 132 635,50
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 988 453,75	1 545 450,23
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 019 787,76	1 549 475,00
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	17 884,41	182 513,50
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	6 381,06	182 513,50

CUADRO 8

Requisitos de retardo medio por categoría de servicio para el año 2010 (unidad: s)

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,2971	0,0648
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,0867	0,2131
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,9333	8,9120
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	2,7813	4,9444
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,4224	44,5000

CUADRO 9

Tamaño medio del paquete IP por categoría de servicio para el año 2015 (unidad: byte)

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	3 271,62	3 054,00
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	772,75	3 372,92
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 787,18	3 424,00
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	103,86	235,50
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	45,74	235,50

CUADRO 10

Segundo momento del tamaño del paquete IP por categoría de servicio para el año 2015 (unidad: byte²)

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	27 378 193,49	20 332 660,50
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	5 942 936,47	28 236 339,72
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	14 849 326,83	28 667 000,00
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	154 415,82	1 827 768,50
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	20 157,67	1 827 768,50

CUADRO 11

Requisitos de retardo medio por categoría de servicio para el año 2015 (unidad: s)

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,1490	0,0648
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,1019	0,4968
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,7461	13,6960
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	4,9444	4,9444
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,4224	44,5000

CUADRO 12

Tamaño medio del paquete IP por categoría de servicio para el año 2020 (unidad: byte)

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	3 292,23	3 054,00
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 847,82	3 307,86
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1 021,60	1 369,33
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	102,56	235,50
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	47,61	235,50

CUADRO 13

**Segundo momento del tamaño del paquete IP por categoría de servicio para el año 2020
(unidad: byte²)**

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	27 552 481,16	20 332 660,50
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	15 349 865,20	27 691 445,33
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	6 592 429,07	11 523 733,33
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	138 595,74	1 827 768,50
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	36 019,39	1 827 768,50

CUADRO 14

Requisitos de retardo medio por categoría de servicio para el año 2020 (unidad: s)

Clase de tráfico Tipo de servicio	Conversacional	Flujo continuo	Interactivo	Segundo plano
Multimedios de superalta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,1490	0,0648
Multimedios de alta velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,1019	0,4968
Multimedios de media velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	1,5280	2,9670
Datos y multimedios de baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	2,7813	4,9444
Datos de muy baja velocidad	Se considera conmutación de circuitos	Se considera conmutación de circuitos	0,4224	44,5000

7.1.4 Parámetros relativos al entorno radioeléctrico

En los Cuadros 15a) y 15b) figura el área de la célula/sector por entorno radioeléctrico, con y sin pérdidas debidas a la penetración, respectivamente. En los cálculos se utilizan los valores 18, 15 y 12 dB para las pérdidas debidas a la penetración en los casos de teledensidad urbana densa, suburbana y rural. En el Cuadro 16 se indica la cobertura porcentual de la población de los entornos radioeléctricos para cada entorno de servicio. Los valores de la cobertura porcentual se presentan por separado para cada uno de los tres años pronosticados.

CUADRO 15

Área supuesta de la célula según el entorno radioeléctrico (km²)

a) Sin pérdidas debidas a la penetración

Entorno radioeléctrico	Teledensidad		
	Urbana densa	Suburbana	Rural
Macro célula	0,65	0,65	0,65
Micro célula	0,10	0,10	0,10
Pico célula	0,0016	0,0016	0,0016
Célula puntual	0,00065	0,00065	0,00065

b) Con pérdidas debidas a la penetración

Entorno radioeléctrico	Teledensidad		
	Urbana densa	Suburbana	Rural
Macro célula	0,10	0,15	0,22
Micro célula	0,07	0,10	0,15
Pico célula	0,0016	0,0016	0,0016
Célula puntual	0,00065	0,00065	0,00065

CUADRO 16

Cobertura porcentual de la población (%) de los entornos radioeléctricos para cada tipo de entorno de servicio para los años 2010, 2015 y 2020, respectivamente

Entorno de servicio	Entornos radioeléctricos año 2010			
	Macro célula	Micro célula	Pico célula	Célula puntual
1	100	90	0	80
2	100	90	20	80
3	100	95	20	10
4	100	15	0	80
5	100	40	35	20
6	100	0	10	50

CUADRO 16 (Fin)

Entorno de servicio	Entornos radioeléctricos año 2015			
	Macro célula	Micro célula	Pico célula	Célula puntual
1	100	90	10	80
2	100	90	20	80
3	100	95	30	25
4	100	35	0	80
5	100	50	35	20
6	100	0	10	50
Entorno de servicio	Entornos radioeléctricos año 2020			
	Macro célula	Micro célula	Pico célula	Célula puntual
1	100	90	20	80
2	100	90	20	80
3	100	95	40	40
4	100	35	0	80
5	100	50	35	20
6	100	0	10	50

A los entornos radioeléctricos los caracteriza la relación existente entre los entornos de servicio y el tipo de instalación radioeléctrica. Por ejemplo, no se considera factible instalar microcélulas en un entorno de servicio rural, ya que allí no es posible realizar una instalación con propagación a baja altura.

7.2 Panorama general del mercado y previsiones del tráfico total

Es sabido que países diferentes tendrán entornos de mercado diferentes.

Ello se debe a las diferencias demográficas y a las diferencias respecto a la madurez de los mercados de los diversos países. Las diferencias demográficas de los distintos países se tienen en cuenta considerando los valores de densidad de usuarios. Las diferencias respecto a la madurez de los mercados se tienen en cuenta utilizando un método de desfase temporal.

Los valores concretos de los parámetros que aparecen a continuación se determinan para cada categoría de servicio (CS) y para cada entorno de servicio (ES) basándose en el Informe UIT-R M.2072.

- Número de abonados (escala del mercado) (usuarios/km²)
- Número de intentos de sesión por usuario por unidad de tiempo (1/usuario/s)
- Velocidad binaria media del servicio (bit/s)
- Duración media de la sesión (s)
- Relación de movilidad (estacionaria/baja/alta/superalta)

Estos parámetros se han obtenido a partir de las respuestas al cuestionario sobre servicios y mercados que respondieron las 27 organizaciones que figuran en el Anexo 2 al Informe UIT-R M.2072. En dicho Informe se sugieren gamas de parámetros para cada uno de los años 2010, 2015 y 2020. En el § 8 del referido Informe UIT-R M.2072, «Parámetros relativos al mercado

utilizados para el cálculo del espectro» y en el Anexo 4 al mismo Informe, hay información detallada sobre estos parámetros, incluidos los valores de las gamas. En el Informe UIT-R M.2072¹ también figura información adicional sobre el método utilizado para obtener los valores mencionados.

Los valores únicos de los parámetros de servicio elegidos a partir de las gamas presentadas en el Informe UIT-R M.2072 se determinan con valores porcentuales (0-100) en el caso de los parámetros a) a d). El valor porcentual 0 indica el valor mínimo dentro de la gama definida en el Informe UIT-R M.2072 y 100 indica el valor máximo dentro de la gama definida en el Informe UIT-R M.2072. En cuanto a la relación de movilidad, se consideran tres casos: los casos hipotéticos de movilidad baja (1), media (2) y alta (3).

Se usan cuadros diferentes para representar las densidades de usuario inferiores y las densidades de usuario superiores. Los valores de los supuestos del mercado se eligieron basándose en la estrategia básica consistente en utilizar el mismo valor porcentual en todas las categorías de servicio para los parámetros Q: velocidad de llegada de sesión por usuario, R: velocidad binaria media del servicio, y μ : duración media de sesión, a fin de preservar las proporciones entre las categorías de servicio y las tendencias con el tiempo previstas en el Informe UIT-R M.2072.

Los Cuadros 17a y 17b presentan los porcentajes correspondientes a los parámetros de mercado y los casos hipotéticos de movilidad seleccionados. Obsérvese que las categorías de servicio (CS) para las que no figura una gama en el Informe UIT-R M.2072 no resultan afectadas si se utilizan valores diferentes para los supuestos del mercado. En los cuadros que siguen a continuación a estas categorías de servicio (CS) se añade la nota «(Sin gama en M.2072)». En el Anexo 1 figuran los valores exactos de los parámetros de mercado del Cuadro 17.

CUADRO 17a

Atributos del mercado en los años 2010, 2015, 2020 para las densidades de usuario inferiores

CS	<i>U</i> (%)	<i>Q</i> (%)	<i>R</i> (%)	<i>M</i> (%)	Relación de movilidad
1	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	5	30	30	30	2
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2

¹ Si alguno de los servicios considerados presenta una velocidad de servicio muy superior a la media, el proceso de promediación empleado en el Informe UIT-R M.2072 para deducir las características de tráfico de cada servicio puede dar como resultado unos valores que subestiman la necesidad de espectro. Esto tiene importancia únicamente en el caso de tráfico por conmutación de circuitos de la categoría de servicio superior.

CUADRO 17a (Fin)

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	M (%)	Relación de movilidad
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
19	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	5	30	30	30	2

CUADRO 17b

Atributos del mercado en los años 2010, 2015, 2020 para las densidades de usuario superiores

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Relación de movilidad
1	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	25	30	30	30	2
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
19	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	25	30	30	30	2

7.3 Especificación de los GTAR necesaria para calcular el espectro

7.3.1 Parámetros radioeléctricos para la metodología de cálculo del espectro

En los Cuadros 18 a 21 se presentan los parámetros de entrada de los Grupos de TAR 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

CUADRO 18

Parámetros radioeléctricos del GTAR 1

Parámetros	Macro célula	Micro célula	Pico célula	Célula puntual
Velocidad de datos de las aplicaciones (Mbit/s)	20	40	40	–
Clases de movilidad soportadas	Estacionaria/ peatonal, baja, alta	Estacionaria/ peatonal, baja	Estacionaria/ peatonal	–
Banda de guarda entre operadores (MHz)	0			–
Instalación mínima por operador por entorno radioeléctrico (MHz)	40	40	40	–
Admite multidifusión	Sí			–
Número de redes superpuestas	1			

CUADRO 19

Parámetros radioeléctricos del GTAR 2

Parámetros	Macro célula	Micro célula	Pico célula	Célula puntual
Velocidad de datos de las aplicaciones (Mbit/s)	50	100	1 000	1 000
Clases de movilidad admitidas	Estacionaria/ peatonal, baja, alta	Estacionaria/ peatonal, baja	Estacionaria/ peatonal	Estacionaria/ peatonal
Banda de guarda entre operadores (MHz)	0			
Admite multidifusión	Sí			
Instalación mínima por operador por entorno radioeléctrico (MHz)	20	20	120	120
Número de redes superpuestas	1			

CUADRO 20

Parámetros radioeléctricos del GTAR 3

Parámetros	Macro célula	Micro célula	Pico célula	Célula puntual
Velocidad de datos de las aplicaciones (Mbit/s)	–	–	50	100
Clases de movilidad admitidas	–	–	Estacionaria/ peatonal	Estacionaria/ peatonal
Admite multidifusión (Sí=1, No=0)	Sí			

NOTA 1 – Los anteriores valores provienen del Informe UIT-R M.2074.

CUADRO 21

Parámetros radioeléctricos del GTAR 4

Parámetros	Macro-célula
Velocidad de datos de las aplicaciones (Mbit/s)	2
Clases de movilidad admitidas	Estacionaria/peatonal, baja, alta

7.3.2 Matriz de eficacia de utilización del espectro

En los cálculos sobre requisitos de espectro, la eficacia espectral se utiliza para convertir los requisitos de capacidad, en bit/s/célula, a requisitos de espectro, en Hz. Los factores que afectan la eficacia espectral deben medirse por debajo de la capa IP y/o por encima de la Capa 2. La eficacia espectral incluye todas las taras particulares de las TAR, la carga de retransmisión, la programación, etc. Aunque la eficacia espectral pueda ser igual para varias teledensidades, es posible que varíe de una teledensidad a otra.

Los valores de eficacia espectral para las TAR del Grupo 1 figuran en el Cuadro 22 y se basan en los valores propuestos para la evolución a largo plazo de las tecnologías IMT-2000. Se supone que los valores de eficacia espectral para las TAR del Grupo 2 dependen del año para el cual se hace el pronóstico. En los Cuadros 23a a 23e figuran los valores correspondientes a las TAR del Grupo 2 para los años 2010, 2015 y 2020, respectivamente.

CUADRO 22a

Eficacia espectral de zona del Grupo 1 de las TAR para el año 2010 (bit/s/Hz)**Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)**

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	1	2	2	–
Suburbana	1	2	2	–
Rural	1	2	2	–

**Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)**

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	0,5	1	1	–
Suburbana	0,5	1	1	–
Rural	0,5	1	1	–

CUADRO 22b

Eficacia espectral de zona del Grupo 1 de las TAR para el año 2015 (bit/s/Hz)Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	1,5	3	3	–
Suburbana	1,5	3	3	–
Rural	1,5	3	3	–

Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	0,75	1,5	1,5	–
Suburbana	0,75	1,5	1,5	–
Rural	0,75	1,5	1,5	–

CUADRO 22c

Eficacia espectral de zona del Grupo 1 de las TAR para el año 2020 (bit/s/Hz)Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	2	4	4	–
Suburbana	2	4	4	–
Rural	2	4	4	–

Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	1	2	2	–
Suburbana	1	2	2	–
Rural	1	2	2	–

Los valores que figuran en el Cuadro 23a se basan en los resultados de simulación de las tecnologías inalámbricas conocidas en 2006 y que se espera se lleven a la práctica en 2010. Los valores del Cuadro 23e se deducen de límites teóricos (teorema de Shannon), admitiendo un cierto margen de realización. En los Cuadros 23b a 23d se representan las posibles trayectorias de la evolución, dentro de los límites indicados por los Cuadros 23a y 23e.

CUADRO 23a

Eficacia espectral de zona del Grupo 2 de las TAR para el año 2010Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	2	2,5	3	5
Suburbana	2	2,5	3	5
Rural	2	2,5	3	5

Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	1	1,2	1,5	2,5
Suburbana	1	1,2	1,5	2,5
Rural	1	1,2	1,5	2,5

CUADRO 23b

Eficacia espectral de zona del Grupo 2 de las TAR para el año 2015 (Conjunto 1)Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	4,25	5,5	7	8,25
Suburbana	4,25	5,5	7	8,25
Rural	4,25	5,5	7	8,25

Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	2,125	2,75	3,5	4,125
Suburbana	2,125	2,75	3,5	4,125
Rural	2,125	2,75	3,5	4,125

CUADRO 23c

Eficacia espectral de zona del Grupo 2 de las TAR para el año 2015 (Conjunto 2)Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	4	5,25	6,5	7,5
Suburbana	4	5,25	6,5	7,5
Rural	4	5,25	6,5	7,5

Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	2,0	2,625	3,25	3,75
Suburbana	2,0	2,625	3,25	3,75
Rural	2,0	2,625	3,25	3,75

CUADRO 23d

Eficacia espectral de zona del Grupo 2 de las TAR para el año 2020 (Conjunto 1)Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	4,5	6	7,5	9
Suburbana	4,5	6	7,5	9
Rural	4,5	6	7,5	9

Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	2,25	3	3,75	4,5
Suburbana	2,25	3	3,75	4,5
Rural	2,25	3	3,75	4,5

CUADRO 23e

Eficacia espectral de zona del Grupo 2 de las TAR para el año 2020 (Conjunto 2)Eficacia espectral de zonas de unidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	6	8	10	10
Suburbana	6	8	10	10
Rural	6	8	10	10

Eficacia espectral de zonas de multidifusión
(bit/s/Hz/célula)

Teledensidad	Entornos radioeléctricos			
	Macro-célula	Micro-célula	Pico-célula	Célula puntual
Urbana densa	3	4	5	5
Suburbana	3	4	5	5
Rural	3	4	5	5

7.4 Relaciones de distribución entre los grupos de TAR disponibles

La relación de distribución de los grupos de TAR depende de las TAR disponibles en cada entorno radioeléctrico y entorno de servicio. Al tráfico total dirigido a un entorno radioeléctrico particular se aplica la distribución de los grupos de TAR que figuran en la Recomendación UIT-R M.1768, que contiene las relaciones de distribución entre los diversos grupos de TAR. Las relaciones de distribución se presentan por separado para cada uno de los años 2010, 2015 y 2020, ya que es de esperar que la distribución de tráfico tienda hacia los GTAR más modernos a medida que vaya progresando la introducción en el mercado de nuevos miembros de GTAR. En los Cuadros 24a a 24c se presentan los valores para los años 2010, 2015 y 2020.

CUADRO 24a

Relaciones de distribución entre los grupos de TAR disponibles en el año 2010

Grupos de TAR disponibles	Relación de distribución (%)		
	GTAR 1	GTAR 2	GTAR 3
1	100	–	–
2	–	100	–
3	–	–	100
1, 2	100	0	–
1, 3	30	–	70
2, 3	–	0	100
1, 2, 3	30	0	70

CUADRO 24b

**Relaciones de distribución entre los grupos de TAR disponibles
en el año 2015**

Grupos de TAR disponibles	Relación de distribución (%)		
	GTAR 1	GTAR 2	GTAR 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	50	50	-
1, 3	20	–	80
2, 3	–	30	70
1, 2, 3	20	20	60

CUADRO 24c

**Relaciones de distribución entre los grupos de TAR disponibles
en el año 2020**

Grupos de TAR disponibles	Relación de distribución (%)		
	GTAR 1	GTAR 2	GTAR 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	10	90	-
1, 3	10	–	90
2, 3	–	50	50
1, 2, 3	10	45	45

8 Necesidades de espectro para los Grupos de TAR relacionados con las IMT

Las necesidades de espectro se calculan para el Grupo 1 de las TAR (es decir, pre-IMT, IMT-2000 y sus mejoras) y para el Grupo 2 de las TAR (es decir, IMT-Avanzadas) para los años 2010, 2015 y 2020, utilizando el método de desfase temporal descrito en el § 6 y los valores de los parámetros de entrada presentados en el § 7. Se emplean los valores por defecto de los parámetros de entrada del § 7 para calcular las necesidades de espectro para el caso hipotético «medio». Los resultados de los casos hipotéticos «tardío» y «temprano» se calculan desplazando los resultados del caso hipotético «medio».

En el Cuadro 25 se presentan las necesidades de espectro para un nivel medio de desarrollo del mercado. Es de esperar que existan diferencias a nivel regional en lo que respecta al desarrollo del mercado, es decir, en algunas partes del mundo se puede alcanzar un cierto nivel de desarrollo del mercado antes o después que el «mercado común mundial» (medio). A esto se le conoce como «método de desfase temporal» (véase el § 6).

CUADRO 25

Predicciones de las necesidades de espectro para el GTAR 1 y el GTAR 2 (MHz)

Supuesto del mercado	Necesidad de espectro para el GTAR 1			Necesidad de espectro para el GTAR 2			Necesidad total de espectro		
	Año 2010	Año 2015	Año 2020	Año 2010	Año 2015	Año 2020	Año 2010	Año 2015	Año 2020
Supuesto del mercado más alto	840	880	880	0	420	840	840	1 300	1 720
Supuesto del mercado más bajo	760	800	800	0	500	480	760	1 300	1 280

En los Cuadros 26a) y 26b) se representa el caso hipotético medio del método de desfase temporal.

CUADRO 26

Gamas de necesidades de espectro previstas (MHz)

a) Desarrollo del mercado con la densidad de usuarios más baja

	1 red (Nota 3)	2 redes (Nota 1)	3 redes (Nota 1)	4 redes (Nota 1)	5 redes (Nota 1)
GTAR 1 (Nota 2)	800	880	840	1 120	1 000
GTAR 2	480	560	720	800	1 000
GTAR 1 + GTAR 2	1 280	1 440	1 560	1 920	2 000

b) Desarrollo del mercado con la densidad de usuarios más alta

	1 red (Nota 3)	2 redes (Nota 1)	3 redes (Nota 1)	4 redes (Nota 1)	5 redes (Nota 1)
GTAR 1 (Nota 2)	880	880	960	1 120	1 200
GTAR 2	840	880	1 020	1 120	1 300
GTAR 1 + GTAR 2	1 720	1 760	1 980	2 240	2 500

NOTA 1 – Si en el país existe más de una red, las necesidades totales de espectro pueden ser mayores a fin de tener en cuenta el empaquetamiento de espectro (valores enteros múltiplos de 40 MHz en el caso del GTAR 1).

NOTA 2 – La necesidad de espectro para el GTAR 1 en 2010 puede parecer alta si se consideran las redes actuales. No obstante, la estimación total se realizó utilizando un proceso establecido en la Recomendación UIT-R M.1768 y las características técnicas previstas para el GTAR 1 en el marco de la evolución de las tecnologías de las IMT-2000. Además, no existen suficientes datos estadísticos del mercado como para predecir las necesidades exactas del GTAR 1.

NOTA 3 – Cabe señalar que en la Recomendación UIT-R M.1768 y en el Informe UIT-R M.2074, la terminología relacionada con el término «red» es el término «número de instalaciones de red que se solapan».

9 Conclusiones

En este Informe se presentan los resultados del cálculo de las necesidades de espectro para el Grupo 1 de TAR (es decir, TAR pre-IMT, las IMT-2000 y sus mejoras) y para el Grupo 2 de TAR (es decir, las IMT-Avanzadas) en los años 2010, 2015 y 2020.

El Informe utiliza la metodología de cálculo del espectro presentada en la Recomendación UIT-R M.1768 y define los valores de todos los parámetros de entrada necesarios para el cálculo del espectro. Las necesidades de espectro se calculan para dos grupos de TAR en los años 2010, 2015 y 2020.

Según este Informe, se estima que en el año 2020, la anchura de banda total del espectro necesaria para el GTAR 1 y el GTAR 2 será de 1 280 MHz (incluido el espectro que ya está en uso o que está planificado utilizar para el GTAR 1²). Según los cálculos, se estima que las necesidades de espectro oscilan entre 1 280 MHz y 1 720 MHz (incluyendo el espectro que ya está en uso, o que está planificado utilizar para el GTAR 1²), lo que representa los supuestos mínimos y máximos del mercado determinados a partir del Informe UIT-R M.2072. Cabe señalar que esta cifra mínima (1 280 MHz) es superior a las necesidades de algunos países. Por otra parte, algunos países requieren de una cantidad mayor a la máxima (1 720 MHz).

Los casos hipotéticos de instalación reflejan las diferencias que existen en el desarrollo cuantitativo del mercado y en la utilización de las TAR en diversas partes del mundo.

Los resultados indican que es necesario contar con espectro adicional en mayor cantidad que el identificado para las IMT-2000 en la CAMR-92 y la CMR-2000.

10 Bibliografía

The Magic Mobile Future 2010-2020. UMTS Forum, www.umtsforum.org.

The demand for future mobile communications markets and services in Europe (FMS). <http://fms.irc.es/documents/FMS%20FINAL%20REPORT.pdf>.

Development of spectrum requirement forecasts for IMT-2000 and systems beyond IMT-2000 (IMT-Advanced). UMTS Forum Report #40, www.umtsforum.org.

Anexos

Anexo 1 – Valores de los parámetros del mercado utilizados para estimar el espectro necesario

Anexo 2 – Consideración básica sobre la estimación de la demanda de espectro para las IMT-Avanzadas desde la perspectiva radioeléctrica y aclaraciones sobre la correspondiente simplificación de la metodología

Anexo 3 – Estimación del espectro para aplicaciones nómadas

Anexo 4 – Análisis de la sensibilidad de la estimación del espectro.

² Grupo 1 de TAR: sistemas pre-IMT, IMT-2000 y sus mejoras.

– Este grupo incluye los sistemas móviles celulares, los sistemas IMT-2000 y sus mejoras, de conformidad con las notas 5.317A, 5.384A y 5.388 del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias.

Anexo 1

Valores de los parámetros del mercado utilizados para
estimar el espectro necesario

CUADRO 27a

Atributo del mercado en el año 2010 (caso de mayor densidad de usuarios)

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Relación de movilidad
1	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2
19	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)

CUADRO 27b

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	45,0	2,99E-01	20000,0	53,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	7,0	2,99E-01	20000,0	51,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	6107,8	2,44E-01	496,2	113,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	15380,3	3,10E-01	374,9	110,2	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	7812,0	1,64E-01	447,1	71,7	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	1387,5	3,74E-01	290,2	109,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	2758,8	4,24E-01	275,2	85,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	200,3	9,97E-02	282,4	79,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	3475,3	2,86E-01	88,0	249,4	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	3512,8	2,86E-01	88,0	249,4	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	4599,8	2,86E-01	88,0	268,3	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	8,8	2,86E-01	88,0	249,4	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	22,3	2,76E-01	88,0	276,0	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	8,8	2,82E-01	88,0	259,9	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	11,0	3,00E-03	11230,4	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	122,8	2,84E-01	10657,1	219,9	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	195,3	8,52E-02	10427,3	190,5	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	30,8	3,06E-01	8844,2	239,7	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	1,5	6,75E-02	9679,1	197,7	27,9	11,4	45,3	15,4

CUADRO 27b

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	3759,8	1,16E-01	801,9	713,3	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	17338,8	1,19E-01	849,6	1050,5	64,4	20,0	8,4	7,1
8	3	5980,3	2,52E-01	868,8	384,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	1131,8	1,41E-01	767,6	449,6	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	2205,5	3,22E-01	868,8	386,3	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	228,0	1,98E-01	832,2	970,1	39,0	16,5	36,7	7,8
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	19,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	19,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	19,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	200,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	300,0	2,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	50,0	1,00E-01	16,0	1,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	50,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	50,0	2,99E-01	16,0	1,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,00E-01	16,0	1,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	32,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	6771,8	3,00E-01	30000,0	2,4	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	2511,8	4,39E-01	171000,0	15,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	188,0	3,00E-01	30000,0	2,4	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	527,3	5,76E-01	10256,8	92,9	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	1462,0	5,95E-01	9779,8	95,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	10978,8	2,33E-01	10532,6	31,1	46,2	44,2	9,5	0,0
12	4	139,5	6,00E-01	9767,9	95,9	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	4061,3	2,31E-01	9820,1	30,8	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	306,0	2,32E-01	9972,0	30,8	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	33827,5	2,24E+00	1371,9	23,6	66,1	23,4	10,4	0,0
13	2	110602,3	2,19E+00	1371,9	32,0	67,0	27,9	5,1	0,0
13	3	66561,0	2,12E+00	1371,9	36,2	36,7	45,2	18,1	0,0
13	4	9558,8	2,30E+00	850,9	22,9	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	24125,8	2,31E+00	859,6	22,9	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	1903,5	2,30E+00	884,1	23,5	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	5763,5	1,07E-01	125,1	21,7	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5763,5	1,13E-01	126,5	21,7	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	9235,3	1,33E-01	177,4	544,0	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	58,3	1,42E-01	48,8	42,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	1622,8	1,38E-01	177,9	1051,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	129,5	1,40E-01	177,5	1005,4	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 27b

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	12294,5	1,20E+00	8,3	8,5	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	38327,0	1,55E+00	7,6	10,0	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	22530,3	1,08E+00	32,8	9,0	33,5	38,9	26,6	1,0
15	4	3155,0	1,27E+00	7,6	8,5	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	8279,3	1,55E+00	39,4	9,2	44,3	13,4	37,8	4,5
15	6	624,0	1,27E+00	61,3	9,2	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	1953,5	0,00E+00	5521,6	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	6950,5	1,99E-01	6530,6	120,0	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	4201,0	0,00E+00	5594,0	86,7	10,0	70,0	20,0	0,0
17	4	574,8	0,00E+00	5512,7	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	1537,5	1,99E-01	6513,5	120,0	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	115,3	0,00E+00	5539,2	86,4	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	1468,8	7,45E-01	701,8	11,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	8490,0	6,77E-01	716,5	16,7	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	380,8	7,45E-01	1009,0	10,7	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	36,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	68,8	7,45E-01	1009,0	10,7	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	50,0	2,99E-01	16,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	15,0	5,0

CUADRO 27c

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	50,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	55,0	2,81E-01	20000,0	64,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10,0	2,99E-01	20000,0	9,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	6392,8	2,44E-01	486,6	125,4	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	15717,8	3,10E-01	318,5	113,7	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	7857,0	1,64E-01	373,3	91,3	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	1462,5	3,70E-01	275,2	118,3	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	2800,0	4,17E-01	275,2	99,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	202,5	9,82E-02	275,2	87,8	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	3475,3	2,86E-01	88,0	787,0	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	3512,8	2,86E-01	88,0	787,0	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	4599,8	2,86E-01	518,1	805,9	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	8,8	2,86E-01	88,0	787,0	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	22,3	2,76E-01	634,2	813,6	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	8,8	2,82E-01	368,7	797,5	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	11,0	3,00E-03	10400,0	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	122,8	2,84E-01	10400,0	203,1	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	195,3	8,52E-02	10337,1	190,5	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	30,8	3,06E-01	9737,2	222,9	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	1,5	6,75E-02	10093,1	197,7	27,9	11,4	45,3	15,4

CUADRO 27c

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	3986,8	2,28E-01	512,4	351,1	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	12084,8	4,06E-01	523,8	358,0	72,1	22,4	5,0	0,5
8	3	7964,0	2,64E-01	539,4	355,3	49,8	39,8	10,0	0,5
8	4	943,3	2,67E-01	511,8	358,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	2525,8	3,36E-01	512,7	357,4	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	191,8	2,67E-01	513,6	356,5	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	29,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	29,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	29,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	7,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	1275,0	3,19E-01	8,2	1081,4	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	4275,0	4,04E-01	8,2	1081,4	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	2467,5	2,35E-01	8,2	1081,4	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	375,0	3,19E-01	8,2	1081,4	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	937,5	4,04E-01	8,2	1081,4	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	75,0	2,35E-01	8,2	1081,4	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	232,8	4,85E-01	13414,2	71,8	68,5	22,0	9,0	0,5
12	2	402,3	5,58E-01	10313,9	85,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	216,8	5,00E-01	15103,3	66,1	52,2	38,3	8,5	1,0
12	4	51,3	5,91E-01	10231,3	86,2	62,7	24,9	12,4	0,0
12	5	75,5	5,86E-01	10487,5	85,0	43,5	20,0	31,5	5,0
12	6	7,3	5,68E-01	11668,4	79,0	43,0	15,5	34,5	7,0
13	1	22643,0	1,20E-01	1114,4	19,7	66,1	22,4	9,4	2,1
13	2	74695,0	2,03E-01	1089,5	17,6	67,0	27,4	5,1	0,5
13	3	45117,5	1,23E-01	1136,6	21,8	35,8	42,8	17,9	3,5
13	4	6162,0	1,19E-01	1080,8	16,2	62,2	24,9	12,4	0,5
13	5	16115,8	2,04E-01	1086,8	16,9	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	1224,3	1,20E-01	1011,9	18,2	35,5	15,0	40,0	9,5
14	1	7073,3	1,55E+00	60,0	1,3	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5763,5	1,13E-01	60,0	20,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	9235,3	1,33E-01	92,9	542,6	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	545,8	5,39E+00	63,5	0,6	61,0	24,4	12,2	2,4
14	5	1622,8	1,38E-01	91,8	1049,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	208,3	2,25E+00	92,1	20,9	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 27c

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	31044,5	4,55E+00	6,2	9,4	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	105827,0	4,91E+00	6,2	11,5	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	62533,8	4,79E+00	6,9	7,9	34,8	44,8	19,9	0,5
15	4	8780,0	4,63E+00	6,2	9,4	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	23095,5	5,30E+00	6,2	9,4	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	1735,0	5,01E+00	6,2	9,4	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	285,5	0,00E+00	5671,5	85,8	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	945,3	1,99E-01	6745,7	95,1	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	598,0	0,00E+00	6230,1	87,6	11,0	69,0	20,0	0,0
17	4	74,5	0,00E+00	5598,0	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	203,0	1,99E-01	6607,1	95,1	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	15,3	0,00E+00	5806,8	87,0	5,5	10,0	69,5	15,0
18	1	600,0	1,00E-01	574,0	8,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1300,0	9,96E-01	595,0	16,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	100,0	1,00E-01	1030,0	7,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	15,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	1,00E-01	1030,0	7,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	1209,0	3,70E-01	13,2	2,5	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	457,5	5,09E-01	13,2	3,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	39,0	3,70E-01	13,2	2,5	32,5	15,0	42,5	10,0

CUADRO 27d

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de multidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
2	1	50,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	2	10,0	0,4	20000,0	1344,5	100	0	0	0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
2	4	20,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	5	3,0	0,4	20000,0	597,6	100	0	0	0
2	6	1,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
3	1	380,0	0,4	1424,2	273,6	83	17	0	0
3	2	450,0	0,6	922,7	384,1	84	16	0	0
3	3	60,0	0,4	1192,0	149,4	82	18	0	0
3	4	100,0	1,3	731,7	248,5	86	14	0	0
3	5	55,0	1,4	623,4	336,1	87	13	0	0
3	6	2,8	0,8	679,9	223,3	87	13	0	0

CUADRO 28a

Atributo del mercado en el año 2015 (caso de mayor densidad de usuarios)

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Relación de movilidad
1	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	1
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2
19	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	25	30	30	30	2

CUADRO 28b

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	46,0	5,98E-01	20000,0	106,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	7,0	5,98E-01	20000,0	102,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	11981,0	2,54E-01	505,3	162,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	24526,8	4,02E-01	379,1	147,3	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	16618,5	2,15E-01	467,4	107,1	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	1771,5	5,60E-01	290,2	156,1	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	3764,0	6,27E-01	275,2	126,6	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	275,3	1,65E-01	282,4	121,2	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	9879,5	5,81E-01	88,0	428,5	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	9917,8	5,81E-01	88,0	428,5	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	13139,3	6,03E-01	99,2	449,5	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	10,3	6,43E-01	88,0	428,5	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	26,5	6,09E-01	96,4	443,2	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	11,0	6,29E-01	91,5	434,8	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	31362,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	63240,3	9,93E-01	15,3	231,0	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	42105,5	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4062,0	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8689,0	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	781,5	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	148,0	2,20E-02	321000,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	2229,0	2,10E-02	2009,6	1054,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	9524,8	3,16E-01	7400,0	1092,6	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	439,0	9,45E-02	10571,5	309,9	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	611,3	2,25E-02	2000,0	1080,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	37,3	5,42E-01	9570,7	368,4	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	124,8	2,40E-02	2200,2	1014,9	27,9	11,4	45,3	15,4

CUADRO 28b

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	6857,8	1,60E-01	700,8	413,9	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	13632,5	5,83E-01	868,8	413,9	64,4	20,0	8,4	7,1
8	3	9314,0	4,61E-01	868,8	412,4	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	1142,5	2,52E-01	700,8	413,9	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	3053,5	6,02E-01	868,8	413,6	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	230,8	4,63E-01	868,8	413,6	39,0	16,5	36,7	7,8
9	1	306,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408,0	5,98E-01	144,0	38,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51,0	1,99E-01	144,0	38,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102,0	5,98E-01	144,0	38,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	204,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	306,0	5,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	51,0	1,99E-01	16,0	2,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	51,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	51,0	5,98E-01	16,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,99E-01	16,0	2,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	27,8	2,40E-02	321000,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	42,8	1,75E-01	321000,0	61,5	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	14092,8	2,99E-01	36825,4	3,3	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5209,5	5,79E-01	175503,1	27,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	390,5	3,00E-01	36433,0	3,3	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	13253,5	9,39E-01	9869,7	19,2	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	41696,3	2,13E-01	9450,9	73,1	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	32679,0	2,02E-01	10141,0	70,1	46,2	44,2	9,5	0,0
12	4	3899,0	9,51E-01	9425,3	18,5	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	11992,0	2,01E-01	9465,8	70,1	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	985,3	7,82E-01	9599,7	19,2	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	29994,5	2,65E+00	1372,5	62,3	66,1	23,4	10,4	0,0
13	2	85808,5	3,24E+00	1372,5	53,9	67,0	27,9	5,1	0,0
13	3	56159,5	2,89E+00	1372,5	64,4	36,7	45,2	18,1	0,0
13	4	6601,8	3,45E+00	870,3	44,8	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	17283,8	3,72E+00	888,5	44,8	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	1312,5	3,44E+00	936,2	46,0	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	12245,5	1,60E-01	125,8	23,8	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	12245,5	1,74E-01	126,5	23,8	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	19735,8	2,07E-01	176,5	352,9	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	63,0	2,68E-01	48,8	51,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	2293,8	2,10E-01	177,2	1021,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	180,8	2,15E-01	178,1	938,2	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 28b

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	13082,0	1,60E+00	9,7	14,9	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	40999,5	2,29E+00	8,3	17,2	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	24818,8	1,35E+00	35,2	16,6	33,5	38,9	26,6	1,0
15	4	3376,0	1,74E+00	7,6	14,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	9081,0	2,29E+00	54,7	15,6	44,3	13,4	37,8	4,5
15	6	684,5	1,72E+00	85,3	15,6	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	1771,5	6,49E-01	8136,4	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	6184,3	9,49E-01	9623,9	153,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	3778,0	6,58E-01	8426,8	87,3	10,0	70,0	20,0	0,0
17	4	510,3	6,72E-01	8061,6	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	1362,5	9,53E-01	9553,9	153,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	102,8	6,69E-01	8178,7	86,7	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	2496,5	8,14E-01	1001,8	17,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	10152,3	1,07E+00	1016,5	27,8	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,99E-01	990,0	11,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	687,8	8,14E-01	1321,0	16,1	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	71,0	1,99E+00	653,0	72,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	129,8	8,14E-01	1321,0	16,1	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	510,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020,0	5,98E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020,0	5,98E-01	16,0	20,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	51,0	5,98E-01	16,0	20,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	15,0	5,0

CUADRO 28c

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	51	1,99E-01	20000	3586	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	56	5,61E-01	20000	129	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20	1,99E-01	20000	3586	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10	5,98E-01	20000	17	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1	1,99E-01	20000	3586	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	12272	2,54E-01	495,7	187	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	24871	4,01E-01	322,7	150,6	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	16664,25	2,15E-01	393,6	130,4	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	1848	5,50E-01	275,2	173,6	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	3806	6,14E-01	275,2	138,3	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	277,5	1,62E-01	275,2	128,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	9879,5	5,81E-01	88	1504,3	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	9917,75	5,81E-01	88	1504,3	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	13139,25	6,03E-01	992,1	1525,3	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	10,25	6,43E-01	88	1504,3	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	26,5	6,09E-01	782,7	1519	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	11	6,29E-01	417,9	1510,6	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	31362,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	63240,25	9,93E-01	15,3	231	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	42105,5	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4062	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8689	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	781,5	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111	2,00E-02	302293,9	150	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	111	2,00E-02	302293,9	150	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	148	2,20E-02	302293,9	150	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	191,5	6,00E-03	10400	45	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	335	4,14E-01	10400	388,2	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	439	9,45E-02	10438,5	309,9	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	37,25	5,42E-01	10529,4	334,8	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	2,5	1,06E-01	10457,1	302,1	27,9	11,4	45,3	15,4

CUADRO 28c

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	13073,5	2,51E-01	750,9	335,2	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	29299	6,57E-01	780	365,5	72,1	22,4	5,0	0,5
8	3	22739,75	3,96E-01	801,3	363,7	49,8	39,8	10,0	0,5
8	4	1879,75	3,51E-01	749,7	365,8	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	5030,75	4,91E-01	750	365,2	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	380,25	3,52E-01	750,9	364,6	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	306	3,98E-01	144	14	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408	5,98E-01	144	57	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51	1,99E-01	144	57	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51	3,98E-01	144	14	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102	5,98E-01	144	57	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10	1,99E-01	144	14	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	2103	5,79E-01	8,3	1082,8	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	7249,5	7,19E-01	8,3	1082,8	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	4250,25	4,39E-01	8,3	1082,8	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	623,25	5,79E-01	8,3	1082,8	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	1598,25	7,19E-01	8,3	1082,8	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	124,5	4,39E-01	8,3	1082,8	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	27,75	2,40E-02	304587,8	18	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	42,75	1,75E-01	304587,8	22,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	37	3,00E-02	304587,8	18	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5	3,98E-01	500000	7	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	11217,5	1,54E-01	10435,7	25	68,5	22,0	9,0	0,5
12	2	39423,25	1,50E-01	8246,3	23,8	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	23809,25	1,56E-01	11734,9	25,9	52,2	38,3	8,5	1,0
12	4	3288,25	1,51E-01	8176,6	23,8	62,7	24,9	12,4	0,0
12	5	8707	1,51E-01	8344,5	23,8	43,5	20,0	31,5	5,0
12	6	654,75	1,52E-01	9145,3	24,4	43,0	15,5	34,5	7,0
13	1	20780,75	2,12E-01	1149,5	35,2	66,1	22,4	9,4	2,1
13	2	48677,25	3,85E-01	1180,1	26,1	67,0	27,4	5,1	0,5
13	3	34998	2,29E-01	1181,9	37,3	35,8	42,8	17,9	3,5
13	4	3380,5	2,37E-01	1229,3	21,9	62,2	24,9	12,4	0,5
13	5	8693,75	4,10E-01	1227,8	22,6	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	668,25	2,41E-01	1135,5	25,9	35,5	15,0	40,0	9,5
14	1	13650	1,02E+00	60	3,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	12245,5	1,74E-01	60	22,4	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	19735,75	2,07E-01	94,3	351,5	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	578,25	6,91E+00	68,4	1,5	61,0	24,4	12,2	2,4
14	5	2293,75	2,10E-01	92,1	1020,2	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	265	2,46E+00	93	23,9	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 28c

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	32207	8,69E+00	7,6	17,8	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	109849,5	9,40E+00	6,9	22,3	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	65052,75	8,76E+00	8,3	15,1	34,8	44,8	19,9	0,5
15	4	9113,5	8,84E+00	6,9	17,8	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	23982,5	9,78E+00	7,6	17,8	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	1802	9,22E+00	7,6	17,8	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51	3,98E-01	20000	12	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10	3,98E-01	20000	12	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	298,25	5,06E-01	9044,5	85,8	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	880,75	9,02E-01	10442,9	105,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	596	5,50E-01	11004,2	93,9	11,0	69,0	20,0	0,0
17	4	68,25	6,35E-01	8482,3	87,3	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	184	9,31E-01	9920,7	104,4	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	14,25	6,17E-01	9351,5	89,7	5,5	10,0	69,5	15,0
18	1	612	1,99E-01	574	17	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1326	1,99E+00	595	32	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20	1,99E-01	990	5	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	102	1,99E-01	1030	15	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	71	1,99E+00	653	31	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10	1,99E-01	1030	15	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	510	1,99E-01	144	10	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020	5,98E-01	144	10	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51	1,99E-01	144	10	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51	1,99E-01	144	10	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51	1,99E-01	144	10	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10	1,99E-01	144	10	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020	1,99E-01	16	12	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020	5,98E-01	16	20	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	1210,5	4,39E-01	13,2	4,3	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	102	1,99E-01	16	12	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	458,25	7,19E-01	13,2	6,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	39	4,39E-01	13,2	4,3	32,5	15,0	42,5	10,0

CUADRO 28d

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de multidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
2	1	51,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,2	0,8	20000,0	2689,6	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,4	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	0,8	20000,0	1195,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	387,6	0,8	1424,2	547,3	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	459,0	1,2	922,7	768,4	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,2	0,8	1192,0	298,8	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	102,0	2,6	731,7	497,0	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,1	2,8	623,4	672,4	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	1,6	679,9	446,7	87,0	13,0	0,0	0,0

CUADRO 29a

Atributo del mercado en el año 2020 (caso de mayor densidad de usuarios)

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Relación de movilidad
1	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	25	30	30	30	2
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
19	25	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	25	30	30	30	2

CUADRO 29b

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	4730,0	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	17062,5	7,07E-01	11240,0	513,3	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	10216,8	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	1419,0	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3789,3	7,07E-01	11240,0	508,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	18096,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	35528,0	6,30E-01	379,8	214,8	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	26291,5	3,01E-01	470,9	146,9	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	2338,5	8,88E-01	290,2	229,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	5266,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	387,8	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	13089,8	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	13128,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	17421,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	14,3	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	33,8	1,13E+00	105,0	819,8	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	14,5	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	37575,8	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	68203,0	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	45589,3	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4373,8	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8709,5	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	842,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	5080,5	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	13683,0	3,10E-02	8075,5	1136,3	72,1	22,4	5,0	0,5
7	3	2971,8	0,00E+00	10963,1	480,0	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	917,0	0,00E+00	3000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	44,3	5,92E-01	9992,8	533,6	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	187,0	0,00E+00	3409,7	988,2	5,5	10,0	69,5	15,0

CUADRO 29b

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	15782,5	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	15861,0	9,32E-01	868,8	486,2	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	21320,3	7,93E-01	868,8	486,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	68,5	1,03E+00	868,8	493,1	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	9,0	7,39E-01	868,8	493,1	38,5	17,6	36,2	7,7
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	27,8	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	43,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	18793,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	6950,8	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	521,0	3,00E-01	89978,0	6,0	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	35244,0	2,84E+00	11059,6	33,1	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	120974,5	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	82235,8	2,28E+00	11344,8	75,2	46,0	44,0	10,0	0,0
12	4	10549,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	30422,0	2,31E+00	9858,5	21,2	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	2373,3	2,56E+00	9953,7	21,2	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	14325,3	2,43E-01	1360,5	149,3	65,1	23,3	11,6	0,0
13	2	14293,5	5,03E-01	1360,8	148,6	64,7	29,9	5,4	0,0
13	3	17566,0	3,29E-01	1359,6	156,3	36,5	45,7	17,8	0,0
13	4	75,5	9,70E-01	1358,1	176,6	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	110,8	1,76E+00	1358,1	175,2	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	24,5	1,14E+00	1249,6	177,9	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	15514,5	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	15514,5	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	26031,8	3,12E-01	177,0	314,1	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	67,3	5,28E-01	48,8	66,9	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	2977,3	2,97E-01	177,8	981,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	233,3	3,23E-01	177,6	852,6	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 29b

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	13139,8	2,06E+00	11,5	30,0	66,5	22,2	9,9	1,5
15	2	41089,8	3,15E+00	7,9	33,2	67,2	27,4	5,0	0,5
15	3	25608,0	1,23E+00	20,1	35,9	33,3	38,2	26,5	2,0
15	4	3382,0	2,47E+00	7,0	27,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	9313,8	3,14E+00	30,1	29,3	44,0	12,5	39,5	4,0
15	6	702,8	2,47E+00	36,5	30,7	34,5	14,0	41,0	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	4493,3	7,13E-01	10056,5	32,7	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	16242,8	1,01E+00	9931,2	179,5	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	2969,5	8,24E-01	10911,4	90,6	10,5	69,5	20,0	0,0
17	4	1309,8	7,28E-01	9481,7	32,1	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	1044,0	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	262,5	7,27E-01	9816,7	32,7	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	15,0	5,0

CUADRO 29c

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	4730,0	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	17062,5	7,07E-01	11240,0	513,3	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	10216,8	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	1419,0	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3789,3	7,07E-01	11240,0	508,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	18096,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	35528,0	6,30E-01	379,8	214,8	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	26291,5	3,01E-01	470,9	146,9	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	2338,5	8,88E-01	290,2	229,2	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	5266,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	387,8	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	13089,8	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	13128,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	17421,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	14,3	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	33,8	1,13E+00	105,0	819,8	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	14,5	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	37575,8	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	68203,0	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	45589,3	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4373,8	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8709,5	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	842,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	5080,5	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	13683,0	3,10E-02	8075,5	1136,3	65,9	20,7	7,4	6,0
7	3	2971,8	0,00E+00	10963,1	480,0	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	917,0	0,00E+00	3000,0	1080,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	44,3	5,92E-01	9992,8	533,6	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	187,0	0,00E+00	3409,7	988,2	28,5	12,0	44,0	15,5

CUADRO 29c

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (Sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	15782,5	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	15861,0	9,32E-01	868,8	486,2	70,0	21,7	6,3	1,9
8	3	21320,3	7,93E-01	868,8	486,2	48,3	38,6	9,7	3,4
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	68,5	1,03E+00	868,8	493,1	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	9,0	7,39E-01	868,8	493,1	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	27,8	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	43,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	18793,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	6950,8	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	521,0	3,00E-01	89978,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	35244,0	2,84E+00	11059,6	33,1	68,3	22,1	9,0	0,5
12	2	120974,5	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	82235,8	2,28E+00	11344,8	75,2	50,0	40,5	9,0	0,5
12	4	10549,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	30422,0	2,31E+00	9858,5	21,2	43,0	20,0	32,0	5,0
12	6	2373,3	2,56E+00	9953,7	21,2	41,8	15,4	35,3	7,5
13	1	14325,3	2,43E-01	1360,5	149,3	68,5	21,2	7,9	2,4
13	2	14293,5	5,03E-01	1360,8	148,6	67,4	25,8	5,1	1,7
13	3	17566,0	3,29E-01	1359,6	156,3	38,6	39,7	17,4	4,3
13	4	75,5	9,70E-01	1358,1	176,6	61,9	24,8	12,4	1,0
13	5	110,8	1,76E+00	1358,1	175,2	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	24,5	1,14E+00	1249,6	177,9	35,3	14,9	39,8	10,0
14	1	15514,5	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	15514,5	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	26031,8	3,12E-01	177,0	314,1	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	67,3	5,28E-01	48,8	66,9	60,7	23,8	12,1	3,4
14	5	2977,3	2,97E-01	177,8	981,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	233,3	3,23E-01	177,6	852,6	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 29c

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	13139,8	2,06E+00	11,5	30,0	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	41089,8	3,15E+00	7,9	33,2	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	25608,0	1,23E+00	20,1	35,9	35,0	45,0	19,5	0,5
15	4	3382,0	2,47E+00	7,0	27,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	9313,8	3,14E+00	30,1	29,3	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	702,8	2,47E+00	36,5	30,7	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	4493,3	7,13E-01	10056,5	32,7	56,6	24,2	19,2	0,0
17	2	16242,8	1,01E+00	9931,2	179,5	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	2969,5	8,24E-01	10911,4	90,6	13,9	66,2	19,4	0,5
17	4	1309,8	7,28E-01	9481,7	32,1	45,3	29,9	24,9	0,0
17	5	1044,0	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	262,5	7,27E-01	9816,7	32,7	7,0	10,0	68,0	15,0
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	32,5	15,0	42,5	10,0

CUADRO 29d

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de multidifusión
(caso de mayor densidad de usuarios)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
2	1	51,5	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,3	1,7	20000,0	5554,5	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,6	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	1,7	20000,0	2468,7	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	391,4	1,7	1424,2	1130,4	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	463,5	2,5	922,7	1587,0	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,8	1,7	1192,0	617,2	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	103,0	5,4	731,7	1026,4	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,7	5,8	623,4	1388,6	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	3,3	679,9	922,5	87,0	13,0	0,0	0,0

CUADRO 30a

Atributo del mercado en el año 2010 (caso de menor densidad de usuarios)

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Relación de movilidad
1	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2
19	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)

CUADRO 30b

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	55,0	25,0	20,0	0,0
2	2	45,0	2,99E-01	20000,0	53,0	77,5	17,5	5,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	10,0	70,0	20,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	45,0	30,0	25,0	0,0
2	5	7,0	2,99E-01	20000,0	51,0	55,0	10,0	30,0	5,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	5,0	10,0	70,0	15,0
3	1	3637,6	2,44E-01	496,2	113,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	6716,1	3,10E-01	374,9	110,2	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	1674,4	1,64E-01	447,1	71,7	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	757,5	3,74E-01	290,2	109,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	827,8	4,24E-01	275,2	85,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	53,7	9,97E-02	282,4	79,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	735,1	2,86E-01	88,0	249,4	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	782,6	2,86E-01	88,0	249,4	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	936,0	2,86E-01	88,0	268,3	49,3	32,3	13,8	4,6
4	4	5,8	2,86E-01	88,0	249,4	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	20,5	2,76E-01	88,0	276,0	54,8	9,5	30,7	5,0
4	6	5,8	2,82E-01	88,0	259,9	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	2,2	3,00E-03	11230,4	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	102,2	2,84E-01	10657,1	219,9	70,0	21,7	5,8	2,4
7	3	39,1	8,52E-02	10427,3	190,5	33,3	42,3	17,9	6,5
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	30,2	3,06E-01	8844,2	239,7	48,5	14,1	30,1	7,3
7	6	0,3	6,75E-02	9679,1	197,7	6,5	10,0	68,5	15,0

CUADRO 30b

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	792,0	1,16E-01	801,9	713,3	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	3547,8	1,19E-01	849,6	1050,5	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	1204,1	2,52E-01	868,8	384,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	242,4	1,41E-01	767,6	449,6	90,0	10,0	0,0	0,0
8	5	481,1	3,22E-01	868,8	386,3	47,6	16,7	28,6	7,1
8	6	49,6	1,98E-01	832,2	970,1	39,7	15,4	37,4	7,5
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	19,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	19,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	19,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	200,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	300,0	2,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	50,0	1,00E-01	16,0	1,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	50,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	50,0	2,99E-01	16,0	1,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,00E-01	16,0	1,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	32,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	1354,4	3,00E-01	30000,0	2,4	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	506,4	4,39E-01	171000,0	15,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	37,6	3,00E-01	30000,0	2,4	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	265,5	5,76E-01	10256,8	92,9	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	532,4	5,95E-01	9779,8	95,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	2203,8	2,33E-01	10532,6	31,1	46,2	44,2	9,5	0,0
12	4	67,9	6,00E-01	9767,9	95,9	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	852,3	2,31E-01	9820,1	30,8	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	65,2	2,32E-01	9972,0	30,8	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	8365,5	2,24E+00	1371,9	23,6	66,1	23,4	10,4	0,0
13	2	23720,5	2,19E+00	1371,9	32,0	67,0	27,9	5,1	0,0
13	3	13392,2	2,12E+00	1371,9	36,2	36,7	45,2	18,1	0,0
13	4	2071,8	2,30E+00	850,9	22,9	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	4905,2	2,31E+00	859,6	22,9	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	400,7	2,30E+00	884,1	23,5	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	3552,7	1,07E-01	125,1	21,7	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	3552,7	1,13E-01	126,5	21,7	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	2007,1	1,33E-01	177,4	544,0	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	20,5	1,42E-01	48,8	42,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	404,6	1,38E-01	177,9	1051,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	37,9	1,40E-01	177,5	1005,4	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 30b

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	4858,9	1,20E+00	8,3	8,5	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	10065,4	1,55E+00	7,6	10,0	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	4666,1	1,08E+00	32,8	9,0	33,5	38,9	26,6	1,0
15	4	791,0	1,27E+00	7,6	8,5	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	1735,9	1,55E+00	39,4	9,2	44,3	13,4	37,8	4,5
15	6	132,8	1,27E+00	61,3	9,2	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	390,7	0,00E+00	5521,6	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	1430,1	1,99E-01	6530,6	120,0	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	840,2	0,00E+00	5594,0	86,7	10,0	70,0	20,0	0,0
17	4	115,0	0,00E+00	5512,7	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	315,5	1,99E-01	6513,5	120,0	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	23,1	0,00E+00	5539,2	86,4	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	773,8	7,45E-01	701,8	11,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	2738,0	6,77E-01	716,5	16,7	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	156,2	7,45E-01	1009,0	10,7	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	36,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	21,8	7,45E-01	1009,0	10,7	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	50,0	2,99E-01	16,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	15,0	5,0

CUADRO 30c

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	50,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	55,0	2,81E-01	20000,0	64,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10,0	2,99E-01	20000,0	9,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	3998,6	2,44E-01	486,6	125,4	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	7143,6	3,10E-01	318,5	113,7	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	1731,4	1,64E-01	373,3	91,3	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	852,5	3,70E-01	275,2	118,3	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	880,0	4,17E-01	275,2	99,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	56,5	9,82E-02	275,2	87,8	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	735,1	2,86E-01	88,0	787,0	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	782,6	2,86E-01	88,0	787,0	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	936,0	2,86E-01	518,1	805,9	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	5,8	2,86E-01	88,0	787,0	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	20,5	2,76E-01	634,2	813,6	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	5,8	2,82E-01	368,7	797,5	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	2,2	3,00E-03	10400,0	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	102,2	2,84E-01	10400,0	203,1	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	39,1	8,52E-02	10337,1	190,5	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	30,2	3,06E-01	9737,2	222,9	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	0,3	6,75E-02	10093,1	197,7	27,9	11,4	45,3	15,4

CUADRO 30c

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	837,4	2,28E-01	512,4	351,1	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	2497,0	4,06E-01	523,8	358,0	72,1	22,4	5,0	0,5
8	3	1600,8	2,64E-01	539,4	355,3	49,8	39,8	10,0	0,5
8	4	204,7	2,67E-01	511,8	358,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	545,2	3,36E-01	512,7	357,4	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	42,4	2,67E-01	513,6	356,5	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	29,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	29,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	29,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	7,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	415,0	3,19E-01	8,2	1081,4	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	1095,0	4,04E-01	8,2	1081,4	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	533,5	2,35E-01	8,2	1081,4	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	115,0	3,19E-01	8,2	1081,4	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	227,5	4,04E-01	8,2	1081,4	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	23,0	2,35E-01	8,2	1081,4	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	206,6	4,85E-01	13414,2	71,8	68,5	22,0	9,0	0,5
12	2	320,5	5,58E-01	10313,9	85,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	51,4	5,00E-01	15103,3	66,1	52,2	38,3	8,5	1,0
12	4	50,3	5,91E-01	10231,3	86,2	62,7	24,9	12,4	0,0
12	5	55,1	5,86E-01	10487,5	85,0	43,5	20,0	31,5	5,0
12	6	5,5	5,68E-01	11668,4	79,0	43,0	15,5	34,5	7,0
13	1	6128,6	1,20E-01	1114,4	19,7	66,1	22,4	9,4	2,1
13	2	16539,0	2,03E-01	1089,5	17,6	67,0	27,4	5,1	0,5
13	3	9103,5	1,23E-01	1136,6	21,8	35,8	42,8	17,9	3,5
13	4	1392,4	1,19E-01	1080,8	16,2	62,2	24,9	12,4	0,5
13	5	3303,2	2,04E-01	1086,8	16,9	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	264,9	1,20E-01	1011,9	18,2	35,5	15,0	40,0	9,5
14	1	3814,7	1,55E+00	60,0	1,3	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	3552,7	1,13E-01	60,0	20,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	2007,1	1,33E-01	92,9	542,6	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	269,2	5,39E+00	63,5	0,6	61,0	24,4	12,2	2,4
14	5	404,6	1,38E-01	91,8	1049,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	53,7	2,25E+00	92,1	20,9	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 30c

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	8608,9	4,55E+00	6,2	9,4	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	23565,4	4,91E+00	6,2	11,5	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	12666,8	4,79E+00	6,9	7,9	34,8	44,8	19,9	0,5
15	4	1916,0	4,63E+00	6,2	9,4	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	4699,1	5,30E+00	6,2	9,4	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	355,0	5,01E+00	6,2	9,4	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	57,1	0,00E+00	5671,5	85,8	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	229,1	1,99E-01	6745,7	95,1	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	119,6	0,00E+00	6230,1	87,6	11,0	69,0	20,0	0,0
17	4	14,9	0,00E+00	5598,0	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	48,6	1,99E-01	6607,1	95,1	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	3,1	0,00E+00	5806,8	87,0	5,5	10,0	69,5	15,0
18	1	600,0	1,00E-01	574,0	8,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1300,0	9,96E-01	595,0	16,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	100,0	1,00E-01	1030,0	7,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	15,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	1,00E-01	1030,0	7,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	321,8	3,70E-01	13,2	2,5	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	131,5	5,09E-01	13,2	3,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	15,8	3,70E-01	13,2	2,5	32,5	15,0	42,5	10,0

CUADRO 30d

**Atributo del mercado en el año 2010 para el enlace descendente de multidifusión
(caso de menor densidad de usuarios)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
2	1	50,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	2	10,0	0,4	20000,0	1344,5	100	0	0	0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
2	4	20,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	5	3,0	0,4	20000,0	597,6	100	0	0	0
2	6	1,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
3	1	380,0	0,4	1424,2	273,6	83	17	0	0
3	2	450,0	0,6	922,7	384,1	84	16	0	0
3	3	60,0	0,4	1192,0	149,4	82	18	0	0
3	4	100,0	1,3	731,7	248,5	86	14	0	0
3	5	55,0	1,4	623,4	336,1	87	13	0	0
3	6	2,8	0,8	679,9	223,3	87	13	0	0

CUADRO 31a

Atributo del mercado en el año 2015 (caso de menor densidad de usuarios)

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Relación de movilidad
1	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	1
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2
19	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	5	30	30	30	2

CUADRO 31b

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	46,0	5,98E-01	20000,0	106,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	7,0	5,98E-01	20000,0	102,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	4860,2	2,54E-01	505,3	162,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	8618,2	4,02E-01	379,1	147,3	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	3438,1	2,15E-01	467,4	107,1	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	843,9	5,60E-01	290,2	156,1	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	1034,4	6,27E-01	275,2	126,6	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	68,7	1,65E-01	282,4	121,2	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2016,7	5,81E-01	88,0	428,5	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2065,2	5,81E-01	88,0	428,5	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	2643,9	6,03E-01	99,2	449,5	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	7,7	6,43E-01	88,0	428,5	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	21,3	6,09E-01	96,4	443,2	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	8,6	6,29E-01	91,5	434,8	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	7904,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	14280,1	9,93E-01	15,3	231,0	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	8829,1	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1057,2	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1843,4	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	172,3	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	148,0	2,20E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	445,8	2,10E-02	2009,6	1054,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	2068,2	3,16E-01	7400,0	1092,6	72,1	22,4	5,0	0,5
7	3	87,8	9,45E-02	10571,5	309,9	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	122,3	2,25E-02	2000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	32,3	5,42E-01	9570,7	368,4	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	25,0	2,40E-02	2200,2	1014,9	5,5	10,0	69,5	15,0

CUADRO 31b

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	1412,4	1,60E-01	700,8	413,9	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	2808,1	5,83E-01	868,8	413,9	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	1870,8	4,61E-01	868,8	412,4	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	244,5	2,52E-01	700,8	413,9	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	651,5	6,02E-01	868,8	413,6	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	50,2	4,63E-01	868,8	413,6	38,5	17,6	36,2	7,7
9	1	306,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408,0	5,98E-01	144,0	38,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51,0	1,99E-01	144,0	38,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102,0	5,98E-01	144,0	38,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	204,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	306,0	5,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	51,0	1,99E-01	16,0	2,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	51,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	51,0	5,98E-01	16,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,99E-01	16,0	2,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	5,6	2,40E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	24,6	1,75E-01	321000,0	61,5	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	2818,6	2,99E-01	36825,4	3,3	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	1045,9	5,79E-01	175503,1	27,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	78,1	3,00E-01	36433,0	3,3	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	2813,9	9,39E-01	9869,7	19,2	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	8584,1	2,13E-01	9450,9	73,1	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	6543,8	2,02E-01	10141,0	70,1	46,0	44,0	10,0	0,0
12	4	820,6	9,51E-01	9425,3	18,5	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	2439,2	2,01E-01	9465,8	70,1	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	201,1	7,82E-01	9599,7	19,2	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	7630,9	2,65E+00	1372,5	62,3	65,1	23,3	11,6	0,0
13	2	18793,7	3,24E+00	1372,5	53,9	64,7	29,9	5,4	0,0
13	3	11313,5	2,89E+00	1372,5	64,4	36,5	45,7	17,8	0,0
13	4	1483,6	3,45E+00	870,3	44,8	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	3538,4	3,72E+00	888,5	44,8	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	282,5	3,44E+00	936,2	46,0	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	4897,1	1,60E-01	125,8	23,8	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	4897,1	1,74E-01	126,5	23,8	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	4110,4	2,07E-01	176,5	352,9	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	25,4	2,68E-01	48,8	51,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	540,4	2,10E-01	177,2	1021,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	48,2	2,15E-01	178,1	938,2	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 31b

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	5064,4	1,60E+00	9,7	14,9	66,5	22,2	9,9	1,5
15	2	10647,9	2,29E+00	8,3	17,2	67,2	27,4	5,0	0,5
15	3	5127,0	1,35E+00	35,2	16,6	33,3	38,2	26,5	2,0
15	4	838,4	1,74E+00	7,6	14,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	1897,8	2,29E+00	54,7	15,6	44,0	12,5	39,5	4,0
15	6	144,9	1,72E+00	85,3	15,6	34,5	14,0	41,0	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	354,3	6,49E-01	8136,4	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	1277,7	9,49E-01	9623,9	153,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	755,6	6,58E-01	8426,8	87,3	10,5	69,5	20,0	0,0
17	4	102,1	6,72E-01	8061,6	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	280,5	9,53E-01	9553,9	153,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	20,6	6,69E-01	8178,7	86,7	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	988,9	8,14E-01	1001,8	17,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	3091,3	1,07E+00	1016,5	27,8	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,99E-01	990,0	11,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	219,2	8,14E-01	1321,0	16,1	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	71,0	1,99E+00	653,0	72,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	34,0	8,14E-01	1321,0	16,1	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	510,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020,0	5,98E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020,0	5,98E-01	16,0	20,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	51,0	5,98E-01	16,0	20,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	15,0	5,0

CUADRO 31c

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	51,0	1,99E-01	20000,0	3586,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	56,0	5,61E-01	20000,0	129,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,0	1,99E-01	20000,0	3586,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10,0	5,98E-01	20000,0	17,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	1,99E-01	20000,0	3586,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	5228,8	2,54E-01	495,7	187,0	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	9054,2	4,01E-01	322,7	150,6	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	3496,1	2,15E-01	393,6	130,4	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	940,8	5,50E-01	275,2	173,6	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	1087,6	6,14E-01	275,2	138,3	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	71,5	1,62E-01	275,2	128,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2016,7	5,81E-01	88,0	1504,3	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2065,2	5,81E-01	88,0	1504,3	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	2643,9	6,03E-01	992,1	1525,3	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	7,7	6,43E-01	88,0	1504,3	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	21,3	6,09E-01	782,7	1519,0	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	8,6	6,29E-01	417,9	1510,6	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	7904,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	14280,1	9,93E-01	15,3	231,0	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	8829,1	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1057,2	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1843,4	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	172,3	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111,0	2,00E-02	302293,9	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	111,0	2,00E-02	302293,9	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	148,0	2,20E-02	302293,9	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	38,3	6,00E-03	10400,0	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	195,8	4,14E-01	10400,0	388,2	65,9	20,7	7,4	6,0
7	3	87,8	9,45E-02	10438,5	309,9	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	32,3	5,42E-01	10529,4	334,8	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	0,5	1,06E-01	10457,1	302,1	28,5	12,0	44,0	15,5

CUADRO 31c

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	2655,5	2,51E-01	750,9	335,2	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	5941,4	6,57E-01	780,0	365,5	70,0	21,7	6,3	1,9
8	3	4556,0	3,96E-01	801,3	363,7	48,3	38,6	9,7	3,4
8	4	392,0	3,51E-01	749,7	365,8	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	1047,0	4,91E-01	750,0	365,2	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	80,1	3,52E-01	750,9	364,6	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	306,0	3,98E-01	144,0	14,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408,0	5,98E-01	144,0	57,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51,0	1,99E-01	144,0	57,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51,0	3,98E-01	144,0	14,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102,0	5,98E-01	144,0	57,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,99E-01	144,0	14,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	583,8	5,79E-01	8,3	1082,8	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	1694,7	7,19E-01	8,3	1082,8	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	890,9	4,39E-01	8,3	1082,8	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	165,5	5,79E-01	8,3	1082,8	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	360,5	7,19E-01	8,3	1082,8	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	32,9	4,39E-01	8,3	1082,8	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	5,6	2,40E-02	304587,8	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	24,6	1,75E-01	304587,8	22,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	7,4	3,00E-02	304587,8	18,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5,0	3,98E-01	500000,0	7,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	2406,7	1,54E-01	10435,7	25,0	68,3	22,1	9,0	0,5
12	2	8129,5	1,50E-01	8246,3	23,8	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	4769,9	1,56E-01	11734,9	25,9	50,0	40,5	9,0	0,5
12	4	698,5	1,51E-01	8176,6	23,8	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	1782,2	1,51E-01	8344,5	23,8	43,0	20,0	32,0	5,0
12	6	135,0	1,52E-01	9145,3	24,4	41,8	15,4	35,3	7,5
13	1	5788,2	2,12E-01	1149,5	35,2	68,5	21,2	7,9	2,4
13	2	11367,5	3,85E-01	1180,1	26,1	67,4	25,8	5,1	1,7
13	3	7081,2	2,29E-01	1181,9	37,3	38,6	39,7	17,4	4,3
13	4	839,3	2,37E-01	1229,3	21,9	61,9	24,8	12,4	1,0
13	5	1820,4	4,10E-01	1227,8	22,6	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	153,7	2,41E-01	1135,5	25,9	35,3	14,9	39,8	10,0
14	1	5178,0	1,02E+00	60,0	3,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	4897,1	1,74E-01	60,0	22,4	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	4110,4	2,07E-01	94,3	351,5	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	278,9	6,91E+00	68,4	1,5	60,7	23,8	12,1	3,4
14	5	540,4	2,10E-01	92,1	1020,2	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	65,0	2,46E+00	93,0	23,9	32,7	59,8	5,0	2,5

CUADRO 31c

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	8889,4	8,69E+00	7,6	17,8	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	24417,9	9,40E+00	6,9	22,3	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	13173,8	8,76E+00	8,3	15,1	35,0	45,0	19,5	0,5
15	4	1985,9	8,84E+00	6,9	17,8	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	4878,1	9,78E+00	7,6	17,8	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	368,4	9,22E+00	7,6	17,8	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51,0	3,98E-01	20000,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	3,98E-01	20000,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	59,7	5,06E-01	9044,5	85,8	56,6	24,2	19,2	0,0
17	2	217,0	9,02E-01	10442,9	105,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	119,2	5,50E-01	11004,2	93,9	13,9	66,2	19,4	0,5
17	4	13,7	6,35E-01	8482,3	87,3	45,3	29,9	24,9	0,0
17	5	44,8	9,31E-01	9920,7	104,4	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	2,9	6,17E-01	9351,5	89,7	7,0	10,0	68,0	15,0
18	1	612,0	1,99E-01	574,0	17,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1326,0	1,99E+00	595,0	32,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20,0	1,99E-01	990,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	102,0	1,99E-01	1030,0	15,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	71,0	1,99E+00	653,0	31,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	1,99E-01	1030,0	15,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	510,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020,0	5,98E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020,0	5,98E-01	16,0	20,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	323,7	4,39E-01	13,2	4,3	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	132,5	7,19E-01	13,2	6,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	15,8	4,39E-01	13,2	4,3	32,5	15,0	42,5	10,0

CUADRO 31d

**Atributo del mercado en el año 2015 para el enlace descendente de multidifusión
(caso de menor densidad de usuarios)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
2	1	51,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,2	0,8	20000,0	2689,6	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,4	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	0,8	20000,0	1195,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	387,6	0,8	1424,2	547,3	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	459,0	1,2	922,7	768,4	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,2	0,8	1192,0	298,8	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	102,0	2,6	731,7	497,0	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,1	2,8	623,4	672,4	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	1,6	679,9	446,7	87,0	13,0	0,0	0,0

CUADRO 32a

Atributo del mercado en el año 2020 (caso de menor densidad de usuarios)

CS	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Relación de movilidad
1	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
2	5	30	30	30	2
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
19	5	30	30	30	2 (Sin gama en M.2072)
20	5	30	30	30	2

CUADRO 32b

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	946,0	1,44E-01	11240,0	360,0	55,0	25,0	20,0	0,0
2	2	3449,3	7,07E-01	11240,0	513,3	77,5	17,5	5,0	0,0
2	3	2043,4	1,44E-01	11240,0	360,0	10,0	70,0	20,0	0,0
2	4	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	45,0	30,0	25,0	0,0
2	5	763,5	7,07E-01	11240,0	508,4	55,0	10,0	30,0	5,0
2	6	56,8	1,44E-01	11240,0	360,0	5,0	10,0	70,0	15,0
3	1	6108,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	10855,2	6,30E-01	379,8	214,8	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	5373,5	3,01E-01	470,9	146,9	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	962,1	8,88E-01	290,2	229,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	1337,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	91,2	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2659,6	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2708,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	3501,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,3	32,3	13,8	4,6
4	4	12,5	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	23,6	1,13E+00	105,0	819,8	54,8	9,5	30,7	5,0
4	6	13,3	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	9163,2	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	15288,6	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	9529,9	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1122,0	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1858,7	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	183,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	1016,1	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	2901,4	3,10E-02	8075,5	1136,3	70,0	21,7	5,8	2,4
7	3	594,4	0,00E+00	10963,1	480,0	33,3	42,3	17,9	6,5
7	4	183,4	0,00E+00	3000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	33,7	5,92E-01	9992,8	533,6	48,5	14,1	30,1	7,3
7	6	37,4	0,00E+00	3409,7	988,2	6,5	10,0	68,5	15,0

CUADRO 32b

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	3198,1	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	3254,6	9,32E-01	868,8	486,2	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	4272,1	7,93E-01	868,8	486,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	90,0	10,0	0,0	0,0
8	5	55,3	1,03E+00	868,8	493,1	47,6	16,7	28,6	7,1
8	6	5,8	7,39E-01	868,8	493,1	39,7	15,4	37,4	7,5
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	5,6	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	25,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	3758,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	1394,2	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	104,2	3,00E-01	89978,0	6,0	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	7213,6	2,84E+00	11059,6	33,1	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	24442,1	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	16455,2	2,28E+00	11344,8	75,2	45,0	45,0	10,0	0,0
12	4	2151,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	6126,0	2,31E+00	9858,5	21,2	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	478,7	2,56E+00	9953,7	21,2	40,0	15,0	37,5	7,5
13	1	4513,1	2,43E-01	1360,5	149,3	69,3	20,7	6,7	3,3
13	2	4506,7	5,03E-01	1360,8	148,6	69,1	22,1	5,4	3,4
13	3	3595,6	3,29E-01	1359,6	156,3	40,3	38,1	16,5	5,1
13	4	40,7	9,70E-01	1358,1	176,6	57,5	23,4	11,7	7,5
13	5	104,6	1,76E+00	1358,1	175,2	38,6	19,8	33,8	7,7
13	6	24,1	1,14E+00	1249,6	177,9	35,5	15,3	39,4	9,9
14	1	5574,9	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5574,9	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	5371,2	3,12E-01	177,0	314,1	26,5	61,0	11,5	1,0
14	4	30,3	5,28E-01	48,8	66,9	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	677,9	2,97E-01	177,8	981,0	35,2	59,8	5,0	0,0
14	6	58,7	3,23E-01	177,6	852,6	33,0	58,5	5,5	3,0

CUADRO 32b

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	5100,0	2,06E+00	11,5	30,0	65,9	21,5	9,8	2,9
15	2	10690,0	3,15E+00	7,9	33,2	66,2	27,0	5,4	1,5
15	3	5286,4	1,23E+00	20,1	35,9	33,0	39,8	23,8	3,4
15	4	841,2	2,47E+00	7,0	27,2	62,2	24,9	12,4	0,5
15	5	1945,2	3,14E+00	30,1	29,3	43,5	12,5	40,0	4,0
15	6	148,6	2,47E+00	36,5	30,7	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	898,7	7,13E-01	10056,5	32,7	56,0	24,0	20,0	0,0
17	2	3290,2	1,01E+00	9931,2	179,5	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	593,9	8,24E-01	10911,4	90,6	12,0	68,0	19,5	0,5
17	4	262,0	7,28E-01	9481,7	32,1	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	216,8	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	52,5	7,27E-01	9816,7	32,7	6,0	10,0	69,0	15,0
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	15,0	5,0

CUADRO 32c

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 1 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	946,0	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	3449,3	7,07E-01	11240,0	513,3	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	2043,4	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	4	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	763,5	7,07E-01	11240,0	508,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	56,8	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	6108,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	10855,2	6,30E-01	379,8	214,8	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	5373,5	3,01E-01	470,9	146,9	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	962,1	8,88E-01	290,2	229,2	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	1337,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	91,2	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2659,6	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2708,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	3501,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,3	32,3	13,8	4,6
4	4	12,5	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	23,6	1,13E+00	105,0	819,8	54,8	9,5	30,7	5,0
4	6	13,3	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	9163,2	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	15288,6	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	9529,9	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1122,0	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1858,7	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	183,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	1016,1	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	2901,4	3,10E-02	8075,5	1136,3	72,5	22,5	5,0	0,0
7	3	594,4	0,00E+00	10963,1	480,0	11,3	68,5	19,7	0,5
7	4	183,4	0,00E+00	3000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	33,7	5,92E-01	9992,8	533,6	50,0	15,0	30,0	5,0
7	6	37,4	0,00E+00	3409,7	988,2	5,0	10,0	70,0	15,0

CUADRO 32c

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 2 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
8	1	3198,1	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	3254,6	9,32E-01	868,8	486,2	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	4272,1	7,93E-01	868,8	486,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	90,0	10,0	0,0	0,0
8	5	55,3	1,03E+00	868,8	493,1	47,6	16,7	28,6	7,1
8	6	5,8	7,39E-01	868,8	493,1	39,7	15,4	37,4	7,5
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	5,6	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	25,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	3758,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	1394,2	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	104,2	3,00E-01	89978,0	6,0	100,0	0,0	0,0	0,0
12	1	7213,6	2,84E+00	11059,6	33,1	67,7	22,4	9,5	0,5
12	2	24442,1	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	16455,2	2,28E+00	11344,8	75,2	49,0	41,5	9,0	0,5
12	4	2151,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	6126,0	2,31E+00	9858,5	21,2	43,0	20,0	32,0	5,0
12	6	478,7	2,56E+00	9953,7	21,2	41,3	15,4	35,8	7,5
13	1	4513,1	2,43E-01	1360,5	149,3	69,3	20,7	6,7	3,3
13	2	4506,7	5,03E-01	1360,8	148,6	69,1	22,1	5,4	3,4
13	3	3595,6	3,29E-01	1359,6	156,3	39,8	38,1	17,0	5,1
13	4	40,7	9,70E-01	1358,1	176,6	57,7	23,5	11,7	7,0
13	5	104,6	1,76E+00	1358,1	175,2	38,6	19,8	33,8	7,7
13	6	24,1	1,14E+00	1249,6	177,9	35,1	15,3	39,6	9,9
14	1	5574,9	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5574,9	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	5371,2	3,12E-01	177,0	314,1	26,5	61,0	11,5	1,0
14	4	30,3	5,28E-01	48,8	66,9	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	677,9	2,97E-01	177,8	981,0	35,2	59,8	5,0	0,0
14	6	58,7	3,23E-01	177,6	852,6	33,0	58,5	5,5	3,0

CUADRO 32c

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace ascendente de unidifusión
(caso de menor densidad de usuarios) (parte 3 de 3)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
15	1	5100,0	2,06E+00	11,5	30,0	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	10690,0	3,15E+00	7,9	33,2	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	5286,4	1,23E+00	20,1	35,9	35,0	45,0	18,5	1,5
15	4	841,2	2,47E+00	7,0	27,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	1945,2	3,14E+00	30,1	29,3	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	148,6	2,47E+00	36,5	30,7	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	898,7	7,13E-01	10056,5	32,7	59,0	22,0	17,0	2,0
17	2	3290,2	1,01E+00	9931,2	179,5	67,2	27,4	5,0	0,5
17	3	593,9	8,24E-01	10911,4	90,6	20,4	59,7	18,4	1,5
17	4	262,0	7,28E-01	9481,7	32,1	46,5	29,0	24,0	0,5
17	5	216,8	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	52,5	7,27E-01	9816,7	32,7	11,0	10,5	64,0	14,5
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	32,5	15,0	42,5	10,0

CUADRO 32d

**Atributo del mercado en el año 2020 para el enlace descendente de multidifusión
(caso de menor densidad de usuarios)**

CS	ES	Densidad de usuarios (usuarios/km ²)	Velocidad de llegada de sesión por usuario (sesiones/h/usuario)	Velocidad binaria media del servicio (kbit/s)	Duración media de la sesión (s)	Relación de movilidad			
						Estacionaria	Baja	Alta	Superalta
2	1	51,5	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,3	1,7	20000,0	5554,5	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,6	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	1,7	20000,0	2468,7	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	391,4	1,7	1424,2	1130,4	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	463,5	2,5	922,7	1587,0	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,8	1,7	1192,0	617,2	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	103,0	5,4	731,7	1026,4	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,7	5,8	623,4	1388,6	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	3,3	679,9	922,5	87,0	13,0	0,0	0,0

Anexo 2

Consideración básica sobre la estimación de la demanda de espectro para las IMT-Avanzadas desde la perspectiva radioeléctrica y aclaraciones sobre la correspondiente simplificación de la metodología

1 Comportamiento y calidad de funcionamiento de una red radioeléctrica real

1.1 Calidad básica del funcionamiento radioeléctrico

La investigación de la calidad de funcionamiento básica de las redes radioeléctricas reales se basa en una descripción, independiente de la tecnología, de la interfaz radioeléctrica y de un modelo hexagonal simplificado de la red basado en antenas omnidireccionales.

1.1.1 Descripción genérica de la calidad de funcionamiento de la interfaz radioeléctrica

El límite teórico de la capacidad de los canales de los sistemas de comunicaciones lo determina la capacidad de canal de Shannon, desde la perspectiva de la teoría de la información [3] que viene dada por:

$$\frac{C_s}{W} = \log_2 \left(1 + \frac{C}{I + N} \right) \quad (1)$$

donde:

- C_s : Capacidad de canal de Shannon
- W : Anchura de banda de la portadora del sistema
- C : Potencia de la portadora
- I : Potencia de la interferencia
- N : Potencia de ruido.

El límite de Shannon de la ecuación (1) describe el nivel del enlace en términos de la eficacia espectral en función de la $CIR = C/(I + N)$. El máximo valor de la CIR depende del nivel del sistema, de acuerdo con el listado que figura en el § 1. Se supone que la señal de interferencia obedece a una distribución Gaussiana, lo cual es una hipótesis suficientemente precisa para el caso de varias señales interferentes independientes, de acuerdo con el Teorema del Límite Central [3]. En señales reales donde la amplitud de la señal está limitada, la máxima capacidad es menor a la obtenida con la ecuación (1).

Adicionalmente, la experiencia ha demostrado que la envolvente de los modos de capa física de los conceptos de interfaz radioeléctrica viable indica la calidad de funcionamiento básica en términos de la eficacia espectral en función de la CIR, que puede aproximarse mediante un corrimiento paralelo de la función de calidad de funcionamiento de Shannon, como se muestra en la Fig. 3, que tiene en cuenta la degradación de los posibles sistemas respecto al límite de Shannon. La máxima eficacia espectral disponible $\epsilon_{m\acute{a}x}$ (bit/s/Hz) de una interfaz radioeléctrica viable depende del concepto de capa física de mayor orden de modulación y la velocidad de codificación. $\epsilon_{m\acute{a}x}$ corresponde a la máxima velocidad de datos relativa al caudal combinado T , incluidas la tara debida a la codificación, la estimación de canales, los protocolos, la señalización, etc., respecto a la anchura de banda de la portadora, W . $\epsilon_{m\acute{a}x}$ es un parámetro de diseño de una interfaz radioeléctrica particular. Si $\epsilon < \epsilon_{m\acute{a}x}$, la eficacia espectral ϵ obedece a un corrimiento de la fórmula de Shannon en función de la CIR. En este enfoque, se supone un sistema a plena carga cuando se utiliza totalmente el caudal disponible, T .

La eficacia espectral de la interfaz radioeléctrica viable viene a ser:

$$\epsilon = \frac{T}{W} = \log_2 \left(1 + \frac{CIR}{\Delta CIR} \right) \quad \text{para} \quad \epsilon \leq \epsilon_{m\acute{a}x} \quad \text{y} \quad CIR \leq CIR' \quad (2)$$

$$\epsilon = \frac{T}{W} = \epsilon_{m\acute{a}x} = \text{constante} \quad \text{para} \quad CIR > CIR'$$

y la degradación ΔCIR respecto al límite de Shannon:

$$\frac{CIR}{\Delta CIR} = \frac{C}{I + N} \quad (3)$$

en la ecuación (1). Esta fórmula es válida para valores de la CIR en la gama:

$$CIR(\text{dB}) \leq CIR'(\text{dB}) = 10 \cdot \log \left(2^{\epsilon_{m\acute{a}x}} - 1 \right) + \Delta CIR(\text{dB}) \quad (4)$$

La degradación de la interfaz radioeléctrica viable ΔCIR respecto al límite de Shannon constituye el segundo parámetro de diseño. Básicamente, una interfaz radioeléctrica genérica viene caracterizada completamente por la ecuación (2) y los dos parámetros de diseño:

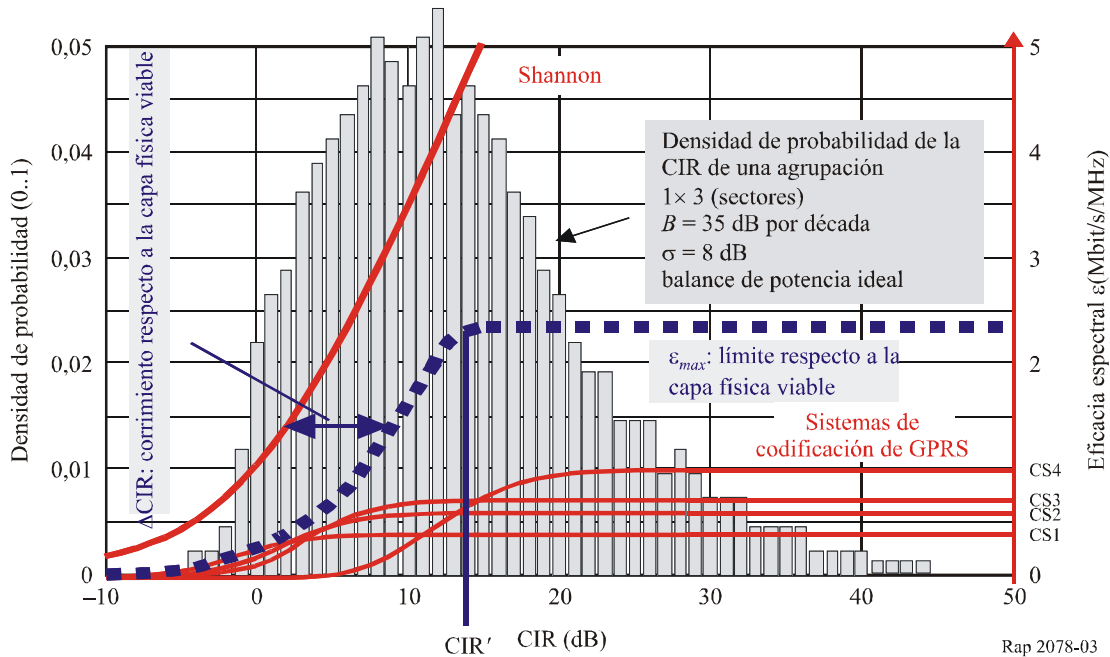
$\epsilon_{m\acute{a}x}$: máxima eficacia espectral disponible (bit/s/Hz)

ΔCIR : degradación respecto a la fórmula de Shannon (dB).

Para $\Delta CIR = 0$ dB, la eficacia espectral ϵ se aproxima a la capacidad de Shannon con $\epsilon \rightarrow C_s/W$.

FIGURA 3

Calidad de funcionamiento genérica de una interfaz radioeléctrica adaptable (por ejemplo, servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS)) en función de la relación portadora/interferencia, comparada a la capacidad del canal de Shannon



Rap 2078-03

1.1.2 Descripción del caso hipotético de instalación

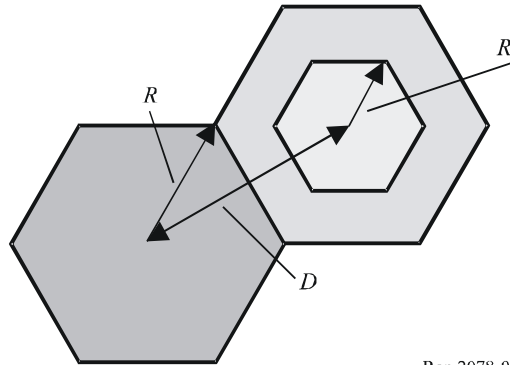
En la Fig. 4 se muestran dos células adyacentes de una distribución celular, junto con los parámetros que caracterizan la distribución. La relación básica entre el tamaño de la agrupación, K ; el tamaño de la célula, R , y la distancia de reutilización, D , viene dada por:

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3 \cdot K} \tag{5}$$

para una red con carga plena y un requisito particular para una CIR_{cov} de, por ejemplo, el 95 % de usuarios satisfechos. Si se utiliza un modo de capa física con un requisito de CIR_{cov} mayor, el tamaño de la célula se reduce a R' .

FIGURA 4

Relación entre la distancia de reutilización, D , e tamaño de la célula, R , y el tamaño efectivo de la célula, R' , por capa física ($\varepsilon'_{máx}$ y ΔCIR)



Rap 2078-04

La relación entre el tamaño de la agrupación, la relación de C/I requerida, CIR_{cov} , y la cobertura en el caso de un entorno celular de cobertura total, con una red a plena carga y modulación y codificación constantes puede describirse aproximadamente mediante [4]:

$$CIR_{cov}[\text{dB}] \approx 0,5 \cdot \beta \cdot \log(3 \cdot K) - \Gamma \quad (6)$$

donde:

- K : tamaño de la agrupación
- β : pérdidas de propagación por década y
- Γ : factor de corrección, que depende fundamentalmente de:
 - cobertura de zona requerida (por ejemplo, 95 %)
 - desviación típica, σ , del desvanecimiento a largo plazo
 - diagrama de antena
 - algoritmo de traspaso y
 - método utilizado para disminuir la interferencia (por ejemplo, control de potencia).

La reutilización de frecuencias en la zona de la instalación viene dada por el tamaño de la agrupación, K . K corresponde al número de frecuencias portadoras necesarias para garantizar plena cobertura en un modo de capa física determinado.

En el Cuadro 33 se presentan los valores básicos de Γ y la dependencia del desvanecimiento a largo plazo con respecto a la desviación típica, σ , de acuerdo con la ecuación (6):

$$\Gamma(\sigma)(\text{dB}) = \Gamma(\sigma = 6 \text{ dB}) + 2 \cdot \Delta\sigma(\text{dB}) \quad (7)$$

CUADRO 33

Factor de corrección, Γ , para diferentes requisitos de cobertura, cov, y desviaciones típicas, σ , del desvanecimiento a largo plazo

Para $\sigma = 6$ dB	Células omnidireccionales		
Cobertura cov	90 %	95 %	98 %
Γ	12 dB	14 dB	16 dB

Se realizarán las evaluaciones adicionales para los siguientes parámetros:

$$K = 1 \text{ (para la mayoría de los casos)}$$

$$\beta = 40 \text{ dB/década}$$

$$\sigma = 6 \text{ u } 8 \text{ dB respectivamente.}$$

1.2 Demanda de espectro de una interfaz radioeléctrica con un modo de capa física constante

En el caso de un modo de capa física constante, el valor de la CIR_{cov} necesaria para el criterio de calidad de, por ejemplo, el 95% de usuarios satisfechos, se deduce de la ecuación (6) y el Cuadro 33. La anchura de banda de la portadora corresponde a W y la separación entre portadoras la determina $W(1 + q)$, donde el parámetro q representa la banda de guarda normalizada requerida respecto a la separación entre canales adyacentes. Con ello se obtiene una anchura de banda total, $B_{necesaria}$, y un tamaño de agrupación, K , necesarios para una cobertura total, determinados mediante las ecuaciones (1), (2) y (6):

$$\frac{B_{necesaria}}{T \cdot (1 + q)} = \frac{K \cdot W}{T} \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR_{cov}(\epsilon_{m\acute{a}x}, \Delta CIR)|_{dB} + \Gamma}{0,5 \cdot \beta}} \cdot \frac{1}{\log_2 \left(1 + \frac{CIR_{cov}}{\Delta CIR} \right)}$$

Para $\epsilon \leq \epsilon_{m\acute{a}x}$ y $CIR \leq CIR'$

$$\frac{B_{necesaria}}{T \cdot (1 + q)} = \frac{K \cdot W}{T} \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR'_{cov}(\epsilon_{m\acute{a}x}, \Delta CIR)|_{dB} + \Gamma}{0,5 \cdot \beta}} \cdot \frac{1}{\epsilon_{m\acute{a}x}} \tag{8}$$

Para $CIR > CIR'$

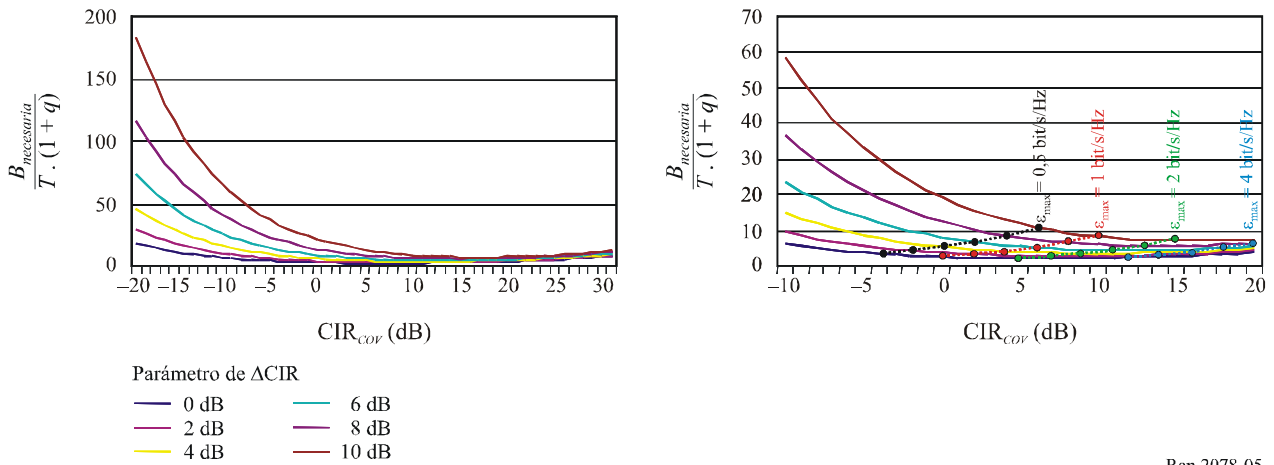
$$K = \frac{B_{necesaria}}{W \cdot (1 + q)} = \frac{B_{necesaria}}{T \cdot (1 + q)} \cdot \epsilon_{m\acute{a}x}$$

Si $CIR > CIR'$, un aumento de la CIR no mejora la eficacia espectral debido a la limitante $\epsilon_{m\acute{a}x}$ del modo de capa física en el sistema radioeléctrico.

En la Fig. 5 se muestra la evaluación de la ecuación (8) respecto a los requisitos de cobertura y las condiciones de propagación. La mínima demanda de espectro se logra, en este caso, para valores de la CIR superiores a 10 dB, lo que implicaría un tamaño de agrupación de $K > 7$.

FIGURA 5

Anchura de banda del sistema normalizada necesaria para: cobertura del 95%, desviación típica del desvanecimiento a largo plazo de 8 dB, pendiente de las pérdidas de trayecto de 40 dB, parámetros de ΔCIR – degradación comparada con el límite de Shannon y para la máxima eficacia espectral $\epsilon_{m\acute{a}x}$ del modo de capa física



Rap 2078-05

1.3 Demanda de espectro de una interfaz radioeléctrica con modos de capa física adaptables

En este caso de entorno celular de cobertura total con una red a plena carga y modulación y codificación adaptables, se utiliza ese modo de capa, disponible de acuerdo con la Fig. 3 respecto al valor de la CIR disponible. Dependiendo del valor de la CIR necesario, se puede calcular un «tamaño efectivo de agrupación», K' . Estos modos de capa física diferentes corresponden a parámetros diferentes $\epsilon'_{m\acute{a}x}$ (bit/s/Hz). Para cada uno de estos modos, dados un cierto requisito mínimo, CIR'_{cov} , y la distancia de cobertura de la CIR, se puede calcular el tamaño de la agrupación, $K' \geq K$, utilizando la ecuación (6). Esto da como resultado una distancia de reutilización concreta, D , dentro del tamaño efectivo de la célula, $R' \leq R$, en que se puede usar la capa física particular para las condiciones de cobertura requeridas (Fig. 4):

$$K' \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR'_{cov}(\epsilon'_{m\acute{a}x}, \Delta CIR)_{dB} + \Gamma}{0,5 \cdot \beta}} \quad \text{y} \quad \frac{D}{R'} = \sqrt{3 \cdot K'} \quad (9)$$

El caudal combinado normalizado medio (correspondiente a la eficacia espectral de zona) en la zona de instalación como valor esperado de T/W con la densidad de probabilidad para K' [4], corresponde al valor esperado pertinente a la interfaz radioeléctrica, el caso hipotético de instalación y el tamaño de la agrupación, K . Esta media se calcula suponiendo una distribución uniforme de usuarios en la zona de instalación.

1.3.1 Evaluación del caudal combinado medio para una interfaz radioeléctrica determinada, con modulación y codificación adaptables

Las Figs. 6 y 7 muestran el caudal medio normalizado respecto a la anchura de banda de la portadora, W , para varias eficacias espectrales de cresta, el caudal máximo $T_{m\acute{a}x}$, la probabilidad de disponibilidad del caudal máximo en la zona de cobertura y la demanda general de espectro necesaria a fin de lograr una cobertura total para los parámetros 1 bit/s/Hz y 4 bit/s/Hz y para las condiciones de propagación y requisitos de cobertura del ejemplo. En [4] aparece el razonamiento matemático para los valores medios. A medida que aumenta la degradación ΔCIR respecto a la capacidad de Shannon, se degrada significativamente el caudal medio, lo que da como resultado una mayor demanda de espectro. Si el tamaño de agrupación es pequeño, la probabilidad de lograr el caudal de cresta disminuye considerablemente. No obstante, la demanda de espectro es mínima para un tamaño de agrupación $K = 1$. Esto permite diferentes compromisos entre el caudal medio combinado, la disponibilidad del caudal combinado de cresta y la demanda total de espectro.

Por tanto, la estimación de la demanda de espectro debe tener en cuenta los casos hipotéticos de referencia y los criterios de calidad de la instalación para el caudal combinado medio posible respecto al caudal combinado de cresta de la interfaz radioeléctrica y la probabilidad de soportar el caudal combinado de cresta en la zona de la instalación.

FIGURA 6

Caudal combinado medio normalizado respecto a la anchura de banda de la portadora y caudal combinado máximo, y probabilidad de que se pueda soportar el caudal combinado máximo dados los parámetros: cobertura, 95%; células omnidireccionales; desviación típica del desvanecimiento a largo plazo, 6 dB; pendiente de las pérdidas de trayecto, 40 dB; $\epsilon_{m\acute{a}x} = 1$ bit/s/Hz para el parámetro Δ CIR – degradación respecto al límite de Shannon

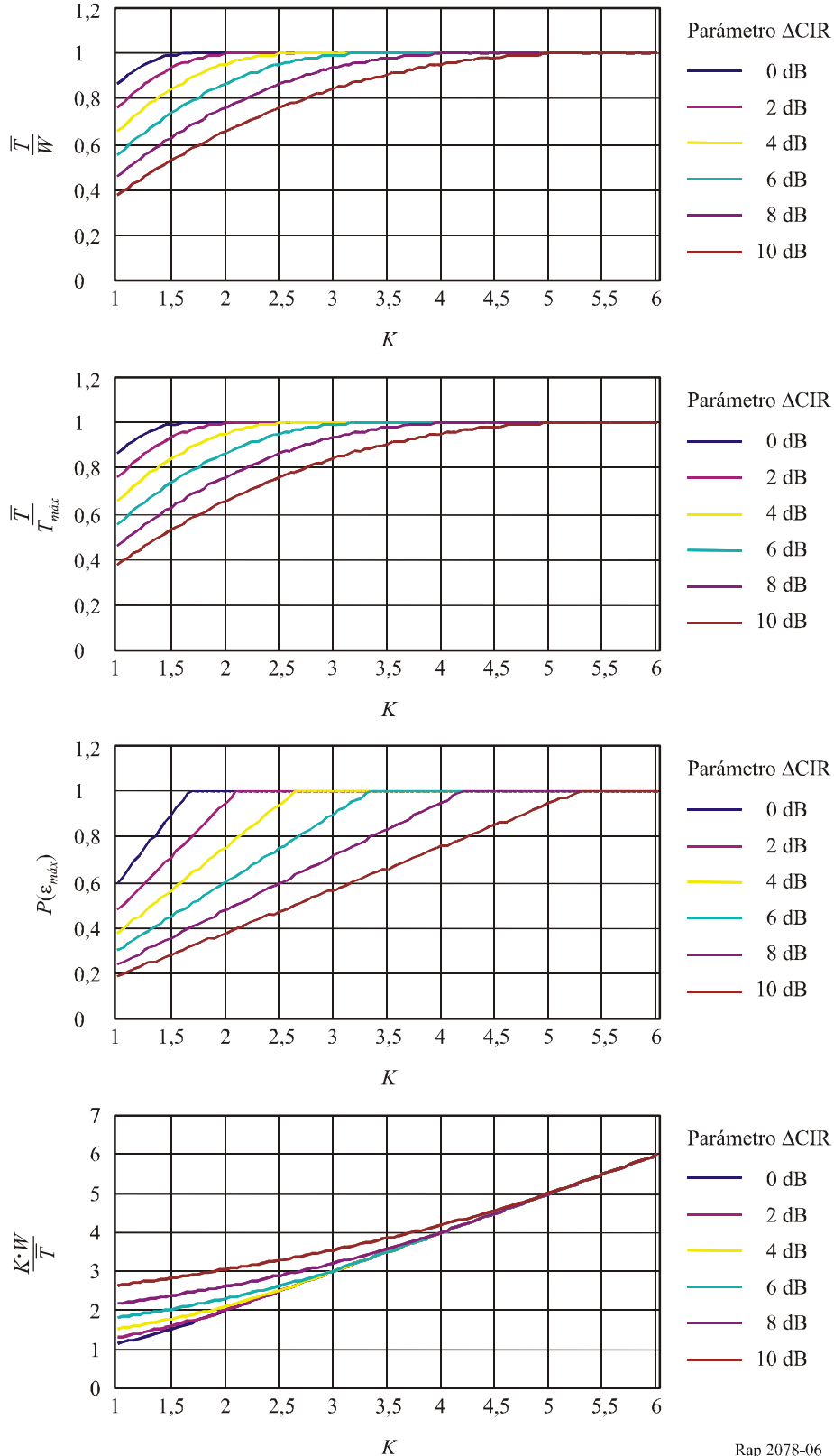
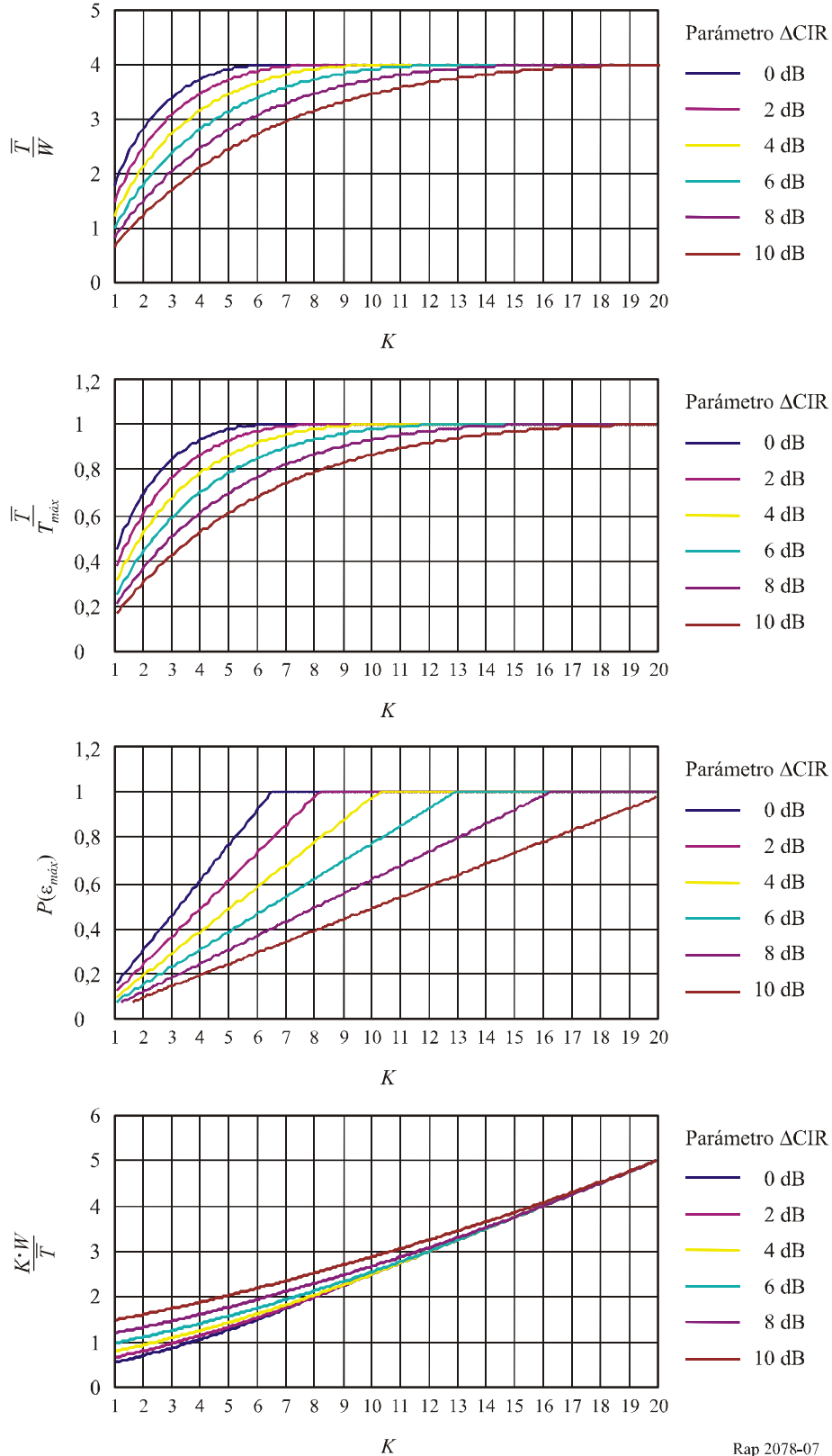


FIGURA 7

Caudal combinado medio normalizado respecto a la anchura de banda de la portadora y caudal combinado máximo, y probabilidad de que se pueda soportar el máximo caudal combinado dados los parámetros: cobertura, 95%; células omnidireccionales; desviación típica del desvanecimiento a largo plazo, 6 dB; pendiente de las pérdidas de trayecto, 40 dB; $\epsilon_{m\acute{a}x} = 4$ bit/s/Hz para el parámetro Δ CIR – degradación respecto al límite de Shannon



1.3.2 Caudal combinado en función de la distancia y en el borde de la célula, para una interfaz radioeléctrica determinada, con modulación y codificación adaptables

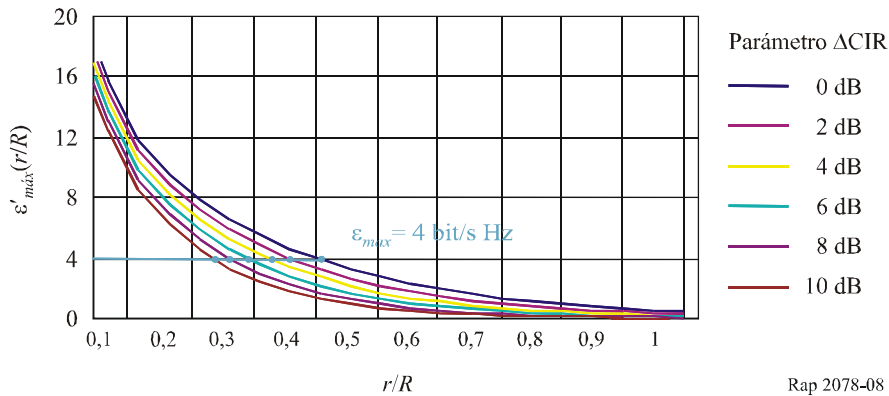
El caudal teóricamente disponible depende de la relación portadora/interferencia disponible y disminuye al aumentar la distancia r a la estación base de servicio. El caudal combinado disponible en el borde de la célula es un requisito importante desde el punto de vista del usuario en lo que atañe la calidad de servicio (QoS). El caudal combinado normalizado en función de la distancia r viene dado por [4]:

$$\varepsilon'_{m\acute{a}x}(r) = \frac{T(r)}{W} = \frac{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{3 \cdot K}^{\beta/10}}{\frac{\Delta CIR|_{dB} + \Gamma}{10}} \cdot \left(\frac{R}{r} \right)^{\beta/10} \right)}{\ln 2} \leq \varepsilon_{m\acute{a}x} \quad (10)$$

El caudal combinado disponible disminuye significativamente con la distancia r . Por tanto, el mínimo caudal disponible combinado garantizado hasta el borde de la célula es otro criterio de calidad importante que debe tenerse en cuenta al determinar la demanda de espectro total. En la Fig. 8 se representa el caudal combinado total en función de la distancia.

FIGURA 8

Caudal combinado normalizado en función de la distancia normalizada r/R , para los parámetros: tamaño de la agrupación $K = 1$; cobertura, 95%; células omnidireccionales; desviación típica del desvanecimiento a largo plazo, 6 dB, y pendiente de las pérdidas de trayecto, 40 dB para el parámetro ΔCIR – degradación respecto al límite de Shannon, se indica el caudal combinado normalizado máximo $\varepsilon_{m\acute{a}x}$



En el borde de la célula, donde $r = R$, el caudal combinado viene dado por [4]:

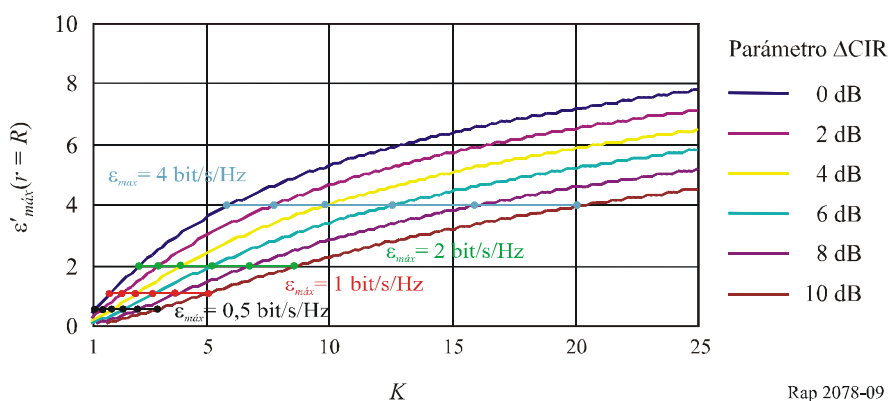
$$\varepsilon'_{m\acute{a}x}(r = R) = \frac{T(R)}{W} = \frac{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{3 \cdot K}^{\beta/10}}{\frac{\Delta CIR|_{dB} + \Gamma}{10}} \right)}{\ln 2} \quad (11)$$

que es independiente del caudal combinado máximo de la interfaz radioeléctrica para el modo de capa física más alto.

En la Fig. 9 se presenta el caudal combinado en el borde de la célula, conforme a la ecuación (11), para los parámetros de ejemplo antes utilizados. El caudal combinado aumenta con el tamaño de la agrupación, pero a expensas de un incremento en la demanda de espectro (véanse las Figs. 6 y 7). En especial para tamaños de agrupación pequeños, la degradación ΔCIR afecta significativamente la eficacia espectral. En sistemas reales las funciones se ven limitadas por $\epsilon_{\text{máx}}$ del máximo modo de capa física disponible.

FIGURA 9

Caudal combinado normalizado en el borde de la célula para los parámetros: cobertura, 95%; células omnidireccionales; desviación típica del desvanecimiento a largo plazo, 6 dB, y pendiente de las pérdidas de trayecto, 40 dB para el parámetro ΔCIR – degradación respecto al límite de Shannon, se indica el caudal combinado normalizado máximo $\epsilon_{\text{máx}}$



1.4 Ejemplo de parámetros del sistema para un diseño del sistema diferente

En el siguiente ejemplo se muestra el efecto que tiene la forma en que se diseña el sistema sobre la calidad de funcionamiento en función del espectro disponible proporcionado.

En adelante se supone un sistema con modulación y codificación adaptables. Se consideran condiciones de propagación con una pendiente de las pérdidas de trayecto de 40 dB/década. La tara debida a la señalización y la codificación es del orden del 20 % de la velocidad de datos útil. El caudal combinado útil de cresta del sistema debe ser de 100 Mbit/s. Se suponen dos sistemas diseñados con eficacias espectrales combinadas de cresta de 1 bit/s/Hz y 4 bit/s/Hz. La frecuencia de reutilización es $K = 1$. Los parámetros generales son, pues, los siguientes:

- $T_{\text{máx, útil}} = 100 \text{ Mbit/s}$
- tara debida a la señalización 20 %
- $T_{\text{máx}} = 120 \text{ Mbit/s}$
- $K = 1$
- $\epsilon_{\text{máx}} = 1 \text{ bit/s/Hz}$ o 4 bit/s/Hz respectivamente
- degradación respecto al límite de Shannon $\Delta\text{CIR} = 4 \text{ dB}$
- pendiente de las pérdidas de trayecto 40 dB/década.

La siguiente calidad de funcionamiento del sistema, indicada en el Cuadro 34, se obtiene basándose en los puntos anteriores.

CUADRO 34

Comparación entre los diseños de un sistema de banda más estrecha y un sistema de banda más amplia

Parámetro	Sistema de banda estrecha	Sistema de banda amplia
$\epsilon_{m\acute{a}x}$ (bit/s/Hz)	4	1
$T_{m\acute{a}x, \acute{u}til}$ (Mbit/s)	100	100
$T_{m\acute{a}x}$ (Mbit/s) incluida la tara	120	120
$\bar{T}_{\acute{u}til}$ (Mbit/s)	30,9	65
$T_{borde\ c\acute{e}lula}$ (Mbit/s)	4.8	19,2
W (MHz)	30	120
$K W$ (MHz)	30	120
Probabilidad de alcanzar $T_{m\acute{a}x}$	0,0975	0,377

El sistema de mayor anchura de banda proporciona una mejor calidad de servicio a los usuarios debido a su robustez contra la interferencia cocanal. Por tanto, es necesario alcanzar un equilibrio entre la demanda de espectro y la calidad. Se admite como hipótesis general que las IMT-Avanzadas deben ofrecer una buena calidad de servicio a los usuarios.

1.5 Factores que influyen en la estimación de la demanda de espectro

En el presente Informe se muestra que la demanda total de espectro depende de muchos parámetros, en particular de la calidad de funcionamiento de la interfaz radioeléctrica y del concepto de instalación. Durante las estimaciones preliminares, cuando no se disponga aún de un concepto detallado y comúnmente aceptado de nuevos sistemas de interfaces radioeléctricas, se podrá utilizar una descripción más genérica de la interfaz radioeléctrica, de conformidad con el § 3.1, para estimar el espectro necesario independientemente de la tecnología. En la metodología para el cálculo del espectro de la Recomendación UIT-R M.1768 se representa la interfaz radioeléctrica mediante la eficacia espectral media por célula, lo que corresponde a la inversa de la demanda total de espectro normalizada con respecto al caudal medio mostrado en las Figs. 6 y 7.

1.5.1 Caudal combinado de cresta

La interfaz radioeléctrica básica es caracterizada por el posible caudal combinado de cresta, dependiente de la anchura de banda de la portadora, W , del esquema de codificación y del mayor orden de modulación y modo de capa física disponibles, así como de la flexibilidad en la atribución de velocidades de datos, asignándose un caudal menor a los otros modos de capa física disponibles.

Existen varias soluciones técnicas posibles planteadas en función de combinaciones de anchura de banda de la portadora, esquema de codificación y orden de modulación y que permiten lograr un caudal de cresta determinado. No obstante, para obtener un cierto caudal combinado de cresta, un sistema de banda estrecha con una modulación de orden superior requiere de una relación señal/ruido mucho mayor que un sistema de banda amplia.

Debido a estas relaciones, la definición de caudal combinado de cresta no es suficiente para estimar la demanda total de espectro de sistemas con capas físicas adaptables. La demanda total de espectro depende de la anchura de banda de la portadora, del número de frecuencias portadoras, K , necesarias para cubrir toda la zona, de las bandas de guarda necesarias y del concepto de instalación y de la calidad de servicio requerida. Por consiguiente, la definición de los parámetros de calidad de

servicio, como el caudal de célula medio combinado y el caudal combinado en el borde de la célula afectan la estimación de la demanda de espectro.

1.5.2 Criterios de calidad de servicio

Además del caudal combinado de cresta, es importante definir también los criterios de calidad de servicio para calcular la demanda de espectro en condiciones más reales.

A la interfaz radioeléctrica la caracterizan los siguientes parámetros:

- La velocidad de datos de cresta combinada disponible o el caudal $T_{m\acute{a}x}$, que es un parámetro de diseño y depende del orden de modulación del sistema de codificación.
- La flexibilidad de la interfaz radioeléctrica en función de la adaptación del caudal, que depende del conjunto de esquemas de modulación y codificación disponibles.
- El nexo entre la relación señal/(ruido más interferencia) disponible y el caudal, que determina la calidad de funcionamiento de la interfaz radioeléctrica.
- La relación señal/(ruido más interferencia) disponible, que depende de las condiciones de propagación, del tipo de instalación y de los conceptos de antena.

Otros criterios de calidad de servicio importantes para el cálculo del espectro son:

- El caudal de célula combinado medio \bar{T} en la zona de instalación; por ejemplo, para una distribución uniforme de usuarios, y en las condiciones concretas de un caso hipotético de referencia. Esto determina la eficacia espectral media de la interfaz radioeléctrica en las condiciones de funcionamiento del sistema.
- El caudal mínimo combinado medio remanente en el borde de la célula, T_{borde} .
- Los criterios de satisfacción del usuario se basan en:
 - el porcentaje de usuarios (por ejemplo, el 95%),
 - que recibe un caudal mínimo (por ejemplo, el 10% del caudal de cresta),
 - durante un porcentaje especificado de la duración de la sesión (por ejemplo, el 95% del tiempo de sesión).

El caudal medio, \bar{T} , depende de:

- los parámetros de diseño $\epsilon_{m\acute{a}x}$ y ΔCIR de la interfaz radioeléctrica,
- la hipótesis de instalación teniendo en cuenta los valores de K y Γ ,
- las condiciones de propagación β y σ y, por último,
- los conceptos de antena.

La diferencia con el caudal remanente en el borde de la célula, T_{borde} , es que el parámetro de diseño $\epsilon_{m\acute{a}x}$ de la interfaz radioeléctrica no lo afecta.

El criterio de satisfacción del usuario sólo se puede evaluar mediante simulación. La dependencia del caudal en función de la distancia debe ser la menor posible, como es el caso de los sistemas de mayor anchura de banda.

1.6 Resumen de las principales relaciones

Este documento muestra las principales relaciones existentes entre los diferentes parámetros de la interfaz radioeléctrica y la hipótesis de instalación. En la referencia [4] se explican más detalladamente los antecedentes teóricos utilizados en este anexo. A continuación se resumen las principales relaciones entre los diversos parámetros:

- El caudal combinado de cresta disponible de la interfaz radioeléctrica viene determinado por el modo de capa física máximo y sólo se puede lograr para relaciones portadora/interferencia elevadas.
- Un tamaño de agrupación, K , pequeño reduce la demanda de espectro, $B_{necesario}$, para una anchura de banda dada, W , pero en detrimento del caudal combinado medio.
- La demanda de espectro de los sistemas con modulación y codificación adaptables, para un caudal combinado de cresta normalizado concreto con respecto al caudal de célula combinado medio, es mínima para una agrupación $K = 1$.
- No obstante, en estas condiciones la probabilidad de lograr el caudal combinado de cresta es baja debido al efecto de la interferencia cocanal.
- En principio, puede lograrse un caudal de cresta solicitado combinando cualquier eficacia espectral, $\epsilon_{m\acute{a}x}$, con el orden de modulación.
- El caudal combinado disponible disminuye significativamente a medida que aumenta la distancia a la estación de base.
- El caudal combinado en el borde de la célula no depende del caudal de cresta disponible de la interfaz radioeléctrica. Depende únicamente de la relación portadora/interferencia disponible y de la anchura de banda de la portadora.
- El tráfico medio combinado que puede soportarse depende del caudal de célula medio combinado disponible.
- El caudal combinado medio depende del diseño de la interfaz radioeléctrica (caudal combinado de cresta, degradación respecto al límite de Shannon, flexibilidad de los modos de capa física), de las hipótesis de propagación y de instalación y, en particular, de la anchura de banda del sistema.
- Deben aceptarse las condiciones de propagación, incluido el coeficiente de las pérdidas de trayecto, β , y la desviación típica, σ , del desvanecimiento por sombra, dependiendo de las hipótesis de instalación.
- Valores altos de β disminuyen el efecto de la interferencia entre células en detrimento del alcance, y viceversa.
- Valores pequeños de β mejoran el alcance y permiten una instalación económica si se cuenta con las suficientes posibilidades de modificar el tamaño de la célula. No obstante, la interferencia cocanal también aumenta. En ese caso, debe reducirse el efecto de la interferencia entre células mediante el adecuado diseño de las antenas y ubicando los puntos de acceso a baja altura, a fin de utilizar el efecto de apantallamiento propio de la zona de instalación.
- Algunos conceptos de antena reducen la interferencia cocanal y pueden mejorar el alcance.
- Debe minimizarse el efecto de la interferencia de canal adyacente a fin de reducir el tamaño necesario de las bandas de guarda entre portadoras adyacentes.
- No obstante, lo que más afecta es la interferencia cocanal dentro de la célula, en comparación con la interferencia cocanal entre células. También afecta, en menor medida, la interferencia de canal adyacente.

2 Adaptación de la red radioeléctrica real a la Recomendación UIT-R M.1768 y al presente Informe

En el § 2 se describió el comportamiento básico de una red radioeléctrica real en condiciones de interferencia limitada y se enumeraron algunos aspectos que afectan la demanda de espectro. La metodología acordada para el cálculo de las necesidades de espectro que figura en la Recomendación UIT-R M.1768 presenta una descripción simplificada de la red radioeléctrica real. Las simplificaciones fueron necesarias ya que uno de los requisitos de la metodología era que ésta no debía ser más compleja de lo que justificaba la incertidumbre en los datos de entrada.

En la metodología para el cálculo de las necesidades de espectro de la Recomendación UIT-R M.1768, muchos de los factores que influyen en el cálculo y que figuran en el § 3 se modelan mediante los parámetros de entrada de la metodología. Entre estos parámetros de entrada relativos a la comunicación radioeléctrica incluyen el área de la célula, la velocidad de datos de la aplicación, la instalación mínima por operador y por entorno radioeléctrico y la eficacia espectral de zona. En los siguientes puntos se describe el significado y la utilización de estos parámetros en la metodología. Adicionalmente, se explica cómo tener en cuenta los aspectos de las redes radioeléctricas reales presentados en el § 3, en el cálculo de los valores de estos parámetros de entrada.

2.1 Área de la célula

El parámetro área de la célula se utiliza para calcular la carga de tráfico ofrecida en los diversos entornos radioeléctricos y para diferentes teledensidades basándose en las cifras de tráfico proporcionadas por estudios de mercado. Deben obtenerse valores realistas del parámetro área de la célula mediante cálculos de balance de enlace.

Los valores del parámetro área de la célula tienen en cuenta el entorno de funcionamiento (como las condiciones de propagación en la zona de instalación dada y la situación de interferencia), los criterios de calidad de servicio (por ejemplo las velocidades de datos objetivo, tales como la velocidad de datos de cresta y la velocidad de datos de usuario en el borde de la célula) y las características del sistema (como las configuraciones de las antenas, la calidad de funcionamiento del transmisor y el receptor y las anchuras de banda de portadora, que dependen de la velocidad de datos). Los valores del área de la célula también deben tener en cuenta los requisitos de movilidad para diferentes tipos de célula. Por ejemplo, las macrocélulas se definen para que admitan todas las clases de movilidad, desde estacionaria hasta movilidad alta, que figuran en la Recomendación UIT-R M.1768. Esta Recomendación fija un límite inferior a los tamaños de célula disponibles para la instalación de macrocélulas.

2.2 Velocidad de datos de la aplicación

El parámetro velocidad de datos de la aplicación se utiliza en la metodología cuando se efectúa la distribución de tráfico entre los grupos de TAR y los entornos radioeléctricos. La velocidad de datos de la aplicación representa una velocidad binaria disponible en principio para las aplicaciones en un tipo particular de célula. Esta velocidad puede ser menor que la velocidad binaria de cresta y podría no estar disponible en toda la célula.

La herramienta de estimación utiliza actualmente los siguientes valores de velocidad de datos de la aplicación para determinar la distribución de tráfico en los diferentes grupos de TAR:

- instalaciones con macrocélulas 50 Mbit/s
- instalaciones con microcélulas 100 Mbit/s
- instalaciones en interiores 1 Gbit/s.

En el **entorno de macro y microcélulas**, el sistema funciona en **condiciones de interferencia limitada**. En esas circunstancias, el caudal combinado disponible disminuye significativamente a medida que aumenta la cobertura (véase el § 3.3.2). Por consiguiente, la velocidad de datos de la aplicación, en especial en el entorno de macrocélulas, corresponde al caudal combinado medio esperado, que es menor que el caudal combinado de cresta del sistema. En las Figs. 6 y 7 se muestra que el caudal combinado medio en una red con reutilización de frecuencias 1, en un entorno de macrocélulas, es del orden del 50% del caudal combinado de cresta, dependiendo de la eficacia espectral de cresta, de la degradación respecto al límite de Shannon y de las condiciones de propagación. En las macrocélulas, la velocidad de datos de la aplicación de 50 Mbit/s corresponde al 50% del caudal combinado de cresta requerido para las IMT-Avanzadas: 100 Mbit/s. En el entorno de microcélulas pueden aplicarse modos de capa física posiblemente más altos que los de las macrocélulas, debido a que se espera que las relaciones portadora/interferencia sean más elevadas, lo que permite una velocidad de datos de la aplicación mayor, de 100 Mbit/s.

Se supone que en las **instalaciones en interiores** el sistema funciona en **condiciones de ruido limitado** y muy por encima del nivel de ruido. Por tanto, la velocidad de datos de la aplicación de 1 Gbit/s corresponde al caudal combinado de cresta requerido del sistema, el cual está disponible en toda la célula ubicada en interiores, con una probabilidad elevada en comparación con el corto alcance esperado bajo hipótesis realistas para aplicaciones en interiores.

Estos valores de la velocidad de datos de la aplicación, cotejados con los valores de caudal combinado de cresta requerido, se ajustan a los valores de eficacia espectral de zona en los diversos tipos de instalación.

La velocidad de datos de la aplicación de la Recomendación UIT-R M.1768 determina si una categoría de servicio puede soportarse en un grupo de TAR determinado y en un entorno radioeléctrico concreto, comparando los requisitos de las categorías de servicio con las capacidades del grupo de TAR. Los estudios de mercado que figuran en el Informe UIT-R M.2072 utilizan un solo tipo de parámetro de velocidad de datos, la velocidad binaria del servicio media, para caracterizar las categorías de servicio. La velocidad binaria del servicio media de la categoría del servicio presenta un requisito de velocidad de datos media que se obtiene calculando la media ponderada de los diversos servicios pertenecientes a una misma categoría, según se describe en la Recomendación UIT-R M.1768. Por consiguiente, con objeto de reducir la complejidad, en la metodología se utiliza un solo tipo de parámetro de velocidad de datos para modelar el grupo de TAR. El parámetro escogido es la velocidad de datos de la aplicación, que debe ser lo suficientemente grande como para acomodar las categorías de servicio presentadas en los estudios de mercado que puedan ser soportadas por los sistemas futuros. No obstante, podría suceder que no se disponga de esta velocidad binaria en toda la célula.

2.3 Instalación mínima por operador (= por red) y por entorno radioeléctrico

El parámetro instalación mínima por operador y por entorno radioeléctrico es la cantidad mínima de espectro que necesita un operador para construir una red funcional real en el entorno radioeléctrico dado. La instalación mínima por operador y por entorno radioeléctrico es una unidad de granularidad del espectro relacionada con la anchura de banda de la portadora.

Al deducirse los valores del parámetro instalación mínima se debe garantizar que la velocidad de datos de la aplicación puede ser soportada en el entorno radioeléctrico dado. Además, la instalación mínima debe tomar en cuenta la velocidad binaria en el borde de la célula con el fin de garantizar una razonable satisfacción del usuario en los usuarios ubicados en el borde de la célula.

2.4 Eficacia espectral de zona

En la Recomendación UIT-R M.1768 se utiliza el parámetro eficacia espectral de zona para calcular los requisitos de espectro brutos por célula, dividiendo el requisito de capacidad expresado en bit/s/célula por los valores de eficacia espectral expresados en bit/s/Hz/célula. En la citada Recomendación UIT-R M.1768 y en el Informe UIT-R M.2074 se define que la eficacia espectral se puede calcular a partir del caudal de datos medio determinado para todos los usuarios, que están distribuidos uniformemente en la zona del entorno radioeléctrico; en la capa IP, en el caso de servicios por conmutación de paquetes, y en la capa de aplicación, en el caso de servicios por conmutación de circuitos.

El requisito de capacidad de la metodología contempla el requisito de capacidad combinada para los enlaces ascendente y descendente, por lo que la eficacia espectral es independiente del sentido del enlace. El requisito de capacidad es la capacidad combinada media requerida en la célula, la cual se calcula a partir de las cifras de tráfico que representan el tráfico combinado medio en la célula. Por tanto, la eficacia espectral también se presenta como un valor único por célula, que es un valor medio que caracteriza la situación de toda la célula. El cálculo de los valores de eficacia espectral se basa en el caudal combinado medio de todos los usuarios de la célula, normalizado con respecto a la anchura de banda de la célula.

Los valores de eficacia espectral deben tener en cuenta los criterios de calidad de servicio (suficiente satisfacción del usuario, velocidades de datos), el entorno de propagación (condiciones de propagación, situación de interferencia) y las características del sistema (características de las antenas, calidad de funcionamiento del transmisor y del receptor).

2.5 Velocidad binaria disponible en toda la célula

En la práctica, las velocidades binarias disponibles no serán constantes en toda la célula, pues dependen de factores tales como, por ejemplo, la distancia hasta la estación de base, debido a variaciones en la relación S/N , en el caso en que se limita el ruido, y a $S/(I + N)$ en el caso en que se limita la interferencia. Puesto que para modelar esto adecuadamente se requeriría un algoritmo bastante complejo, y como es necesario que la herramienta para determinar el espectro sea lo más sencilla posible a fin de que los cálculos puedan hacerse en un ordenador personal normal y utilizando programas informáticos comunes, en la metodología se utiliza un enfoque alternativo simplificado.

A efectos de la distribución de tráfico, se supone que la velocidad de datos de la aplicación utilizada en la metodología es constante en toda la célula. Este enfoque constituye una aproximación conservadora ya que supone que siempre se dispone de la velocidad de datos de la aplicación para la mayoría de los usuarios. No obstante, se tiene en cuenta la variabilidad de las velocidades de datos disponible en la zona de cobertura de la célula al considerar la eficacia espectral de zona; es decir, la eficacia espectral promediada en toda la zona cubierta por la célula.

2.6 Relaciones entre los parámetros radioeléctricos

Los parámetros radioeléctricos mencionados en los § 4.1 a 4.4, utilizados como parámetros de entrada en la Recomendación UIT-R M.1768 para modelar la red real de forma simplificada, están estrechamente interrelacionados. Por consiguiente, los valores de dichos parámetros de entrada, que han de utilizarse en este Informe, deben deducirse dentro de un mismo marco de referencia. Los valores de los parámetros de entrada deben tener en cuenta el entorno de funcionamiento (como las condiciones de propagación y la situación de interferencia), los criterios de calidad de servicio (como requisitos de velocidad de datos y satisfacción del usuario) y las características del sistema (configuraciones de las antenas y características del transmisor y del receptor). Las interrelaciones

hacen que sea importante que las circunstancias sean las mismas a la hora de determinar los valores de los diversos parámetros de entrada.

3 Conclusiones

En este Anexo 2 se describe el comportamiento de una red radioeléctrica real tomando en consideración las relaciones básicas y se enumeran los aspectos que influyen en la demanda de espectro. La metodología para el cálculo de espectro acordada en la Recomendación UIT-R M.1768 presenta un modelo simplificado para caracterizar la red radioeléctrica real. Los factores que afectan la demanda de espectro de la red radioeléctrica real presentados en el § 3 se incorporan a la metodología para el cálculo del espectro a través de los parámetros de entrada y la deducción de sus valores, como se describe en el § 4. Entre estos parámetros de entrada se cuentan el área de la célula, la velocidad de datos de la aplicación, la instalación mínima por operador y por entorno radioeléctrico y la eficacia espectral de zona.

Es importante que los valores de estos parámetros de entrada, que se han de utilizar en este Informe, se deduzcan dentro de un mismo marco y aplicando las mismas hipótesis debido a que los parámetros individuales están interrelacionados.

4 Referencias bibliográficas

- [1] Recomendación UIT-R M.1645 – Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores
- [2] 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
- [3] THOMAS, J.B. [1969] *An Introduction to Statistical Communication Theory*. John Wiley & Sons, Nueva York, Estados Unidos de América
- [4] MOHR, W. [2003] Spectrum demand for Systems Beyond IMT-2000 Based on Data Rate Estimates. *Wiley J. Wireless Comm. and Mobile Computing*, **3**, p. 1-19.

Anexo 3

Estimación del espectro para aplicaciones nómadas

Se discutió ampliamente sobre la estimación del espectro para aplicaciones nómadas que el GTAR 2 debe proporcionar. Algunas administraciones creen que no era necesario calcular separadamente el espectro, mientras que otras consideran que el espectro debe calcularse por separado para que las administraciones puedan recibir información sobre cómo acomodar su utilización en las bandas de frecuencias disponibles.

Las aplicaciones nómadas funcionan con altas velocidades de datos de hasta 1 Gbit/s y serán proporcionadas a través de picocélulas y células de cobertura puntual (*hotspot*). Las características radioeléctricas de las aplicaciones nómadas pueden diferir de las características de las aplicaciones móviles; es decir, las anchuras de banda de las portadoras pueden ser grandes (por ejemplo, de 100 MHz), la interferencia procedente de otras células es menor, etc.

La herramienta para el cálculo del espectro no permite una estimación por separado del espectro para las aplicaciones nómadas. No hubo tiempo suficiente para finalizar este trabajo a tiempo e incluirlo en el Informe de la RPC-07. Una administración realizó algunas estimaciones del espectro necesario para aplicaciones nómadas y mostró que éste podría constituir más del 50% de la estimación de espectro total. Aunque algunas administraciones apoyan los resultados de este análisis, otras no. Como la herramienta no puede estimar el espectro para las aplicaciones nómadas, la estimación del espectro nómada podría no ser exacta.

Anexo 4

Análisis de la sensibilidad de la estimación del espectro

La Fig. 10 muestra la sensibilidad de las estimaciones del espectro respecto a los parámetros U , Q , R y μ . Primero se hacen variar estos parámetros individualmente desde un mínimo (igual a cero) hasta un máximo (igual a 1) y luego se varían conjuntamente.

Los resultados demuestran que las necesidades de espectro aumentan rápidamente después de aproximadamente el 50% (valor mediano) de los valores de las variables.

FIGURA 10

Sensibilidad de las estimaciones del espectro respecto a los parámetros U , Q , R y μ

