

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1225

PAUTAS DE EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN
RADIOELÉCTRICA PARA LAS IMT-2000

(Cuestión UIT-R 39/8)

(1997)

ÍNDICE

	<i>Página</i>	
1	Introducción	2
2	Ámbito.....	2
3	Estructura de la Recomendación	3
4	Documentos conexos	3
5	Consideraciones sobre la tecnología de transmisión radioeléctrica	4
5.1	Bloques funcionales de las tecnologías de transmisión radioeléctrica.....	6
5.1.1	Tecnología de acceso múltiple.....	6
5.1.2	Tecnología de modulación	6
5.1.3	Codificación del canal y entrelazado	6
5.1.4	Tecnología de duplexación	6
5.1.5	Estructura del canal físico y multiplexación	6
5.1.6	Estructura de trama	7
5.1.7	Parámetros del canal de RF.....	7
5.2	Otros bloques funcionales.....	7
5.2.1	Codificador de la fuente.....	7
5.2.2	Interfuncionamiento.....	7
6	Características técnicas elegidas para la evaluación.....	7
6.1	Criterios para la evaluación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica	7
6.1.1	Eficacia espectral	7
6.1.2	Complejidad tecnológica – Efectos en el coste de instalación y de explotación.....	8
6.1.3	Calidad	8
6.1.4	Flexibilidad de las tecnologías radioeléctricas.....	8
6.1.5	Repercusión en la interfaz de red.....	8
6.1.6	Capacidad de optimización de la calidad de la unidad móvil	9
6.1.7	Eficacia en cuanto a cobertura y potencia.....	9
7	Entornos de prueba específicos para la evaluación	9
8	Pautas para la evaluación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica por grupos de evaluación independientes.....	9
9	Metodología de evaluación	11
9.1	Criterios objetivos.....	12
9.2	Criterios subjetivos	12
9.3	Hoja de evaluación	12
9.4	Evaluaciones sumarias	13
9.4.1	Metodología para las evaluaciones sumarias respecto a los criterios	13

Anexo 1 – Tabla de descripción de las tecnologías de transmisión radioeléctrica	13
Anexo 2 – Entornos de prueba y modelos de despliegue	22
Apéndice 1 al Anexo 2 – Modelos de propagación	44
Apéndice 2 al Anexo 2 – Cálculo de la deriva Doppler para los satélites	48
Anexo 3 – Procedimientos detallados de evaluación	50

1 Introducción

Los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) son sistemas móviles de tercera generación cuya puesta en servicio está prevista alrededor del año 2000, sujeta a consideraciones del mercado. Mediante uno o más radioenlaces, proporcionarán acceso a una amplia gama de los servicios de telecomunicaciones de las redes de telecomunicación fijas (por ejemplo, la RTPC o la RDSI) y a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

Se dispone de distintos tipos de terminales móviles, enlazados a redes terrenales o por satélite, y los terminales pueden diseñarse para la utilización móvil o fija.

Las características fundamentales de las IMT-2000 son las siguientes:

- gran uniformidad de diseño en todo el mundo,
- compatibilidad de los servicios de las IMT-2000 entre sí y con las redes fijas,
- gran calidad,
- utilización de terminales de bolsillo con capacidad de itinerancia a escala mundial.

Las IMT-2000 funcionarán en todo el mundo en las bandas que identifica la disposición número S5.388 del Reglamento de Radiocomunicaciones (1 885-2 025 y 2 110-2 200 MHz, limitando el componente de satélite a 1 980-2 010 y 2 170-2 200 MHz). Las IMT-2000 se definen mediante un conjunto de Recomendaciones interdependientes de la UIT, de las que forma parte la presente.

Un objetivo de diseño de las IMT-2000 es que el número de interfaces radioeléctricas sea mínimo y que, si se requiere más de una interfaz, haya un gran nivel de elementos comunes entre ellas. Las interfaces radioeléctricas servirán para los entornos de explotación radioeléctrica definidos en la Recomendación UIT-R M.1034. Diversos conjuntos de tecnologías de transmisión radioeléctrica (SRTT) pueden satisfacer los requisitos de las interfaces radioeléctricas. Esta Recomendación contiene el procedimiento y los criterios que se utilizarán para evaluar las tecnologías de transmisión radioeléctrica (RTT) propuestas.

El tema de las IMT-2000 es complejo y su representación en forma de Recomendaciones va evolucionando. Para mantener el ritmo de avance de este tema es necesario elaborar una secuencia de Recomendaciones sobre diversos aspectos. Las Recomendaciones deben de evitar los posibles conflictos entre ellas. No obstante, las futuras Recomendaciones, o sus revisiones, servirán para resolver toda posible discrepancia.

2 Ámbito

Esta Recomendación ofrece directrices sobre el procedimiento y los criterios que han de utilizarse al evaluar las RTT en una serie de entornos de prueba. Dichos entornos de prueba que aquí se definen se han elegido para simular estrechamente las condiciones más estrictas de funcionamiento radioeléctrico. El procedimiento de evaluación se concibe de manera que la repercusión de las RTT propuestas en el comportamiento global y en la economía de las IMT-2000 pueda evaluarse justa y equitativamente sobre una base técnica. El procedimiento asegura el cumplimiento de los objetivos globales de las IMT-2000.

La Recomendación ofrece a aquellos que proponen y desarrollan las RTT la base común para la presentación y evaluación de las RTT y los aspectos de sistema que repercuten en la calidad radioeléctrica.

Esta Recomendación deja un cierto grado de libertad en cuanto a la inclusión de nuevas tecnologías.

La selección efectiva de las RTT para las IMT-2000 excede del ámbito de esta Recomendación que trata únicamente sobre la metodología para las evaluaciones técnicas que deben efectuarse. Los resultados de la evaluación deben documentarse en un Informe de valoración y presentarse al UIT-R.

3 Estructura de la Recomendación

El § 5 plantea ciertas consideraciones sobre las RTT e identifica la parte de la interfaz radioeléctrica considerada en el proceso de evaluación que depende de la transmisión. El § 6 define los criterios para evaluar las RTT y el § 7 hace referencia a los entornos de prueba en los que se evaluarán las posibles RTT. El § 8 describe el procedimiento general para evaluar las RTT. En el § 9 figuran detalles sobre la metodología de evaluación.

También forman parte de la presente Recomendación los Anexos siguientes:

Anexo 1: Tabla de descripción de las tecnologías de transmisión radioeléctrica

Anexo 2: Entornos de prueba y modelos de despliegue

Anexo 3: Procedimientos detallados de evaluación

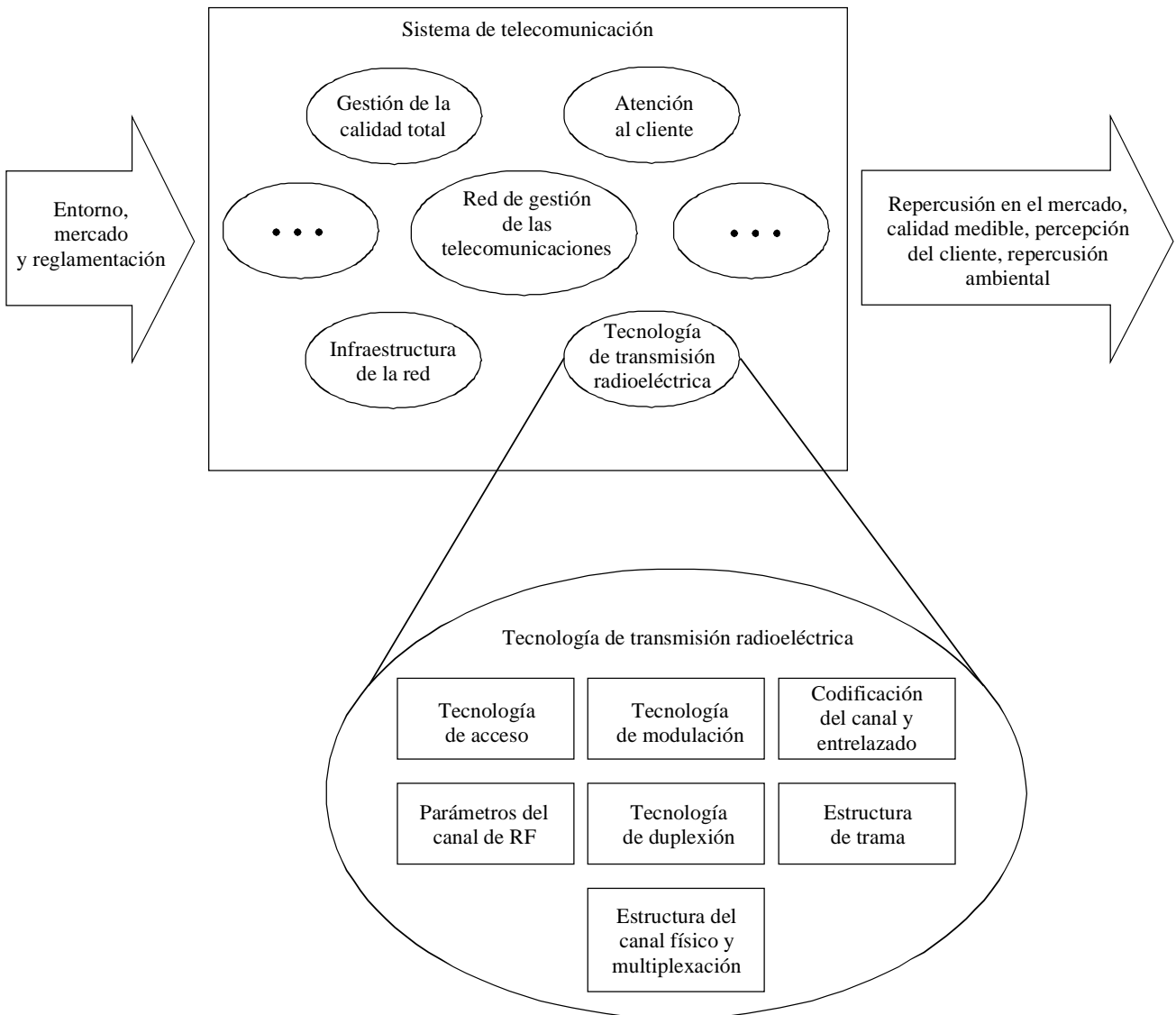
4 Documentos conexos

Recomendación UIT-R M.687	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.816	Marco para los servicios que prestarán las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.818	Funcionamiento por satélite en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.819	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) para los países en desarrollo
Recomendación UIT-R M.1034	Requisitos de las interfaces radioeléctricas para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1035	Marco general para el estudio de la funcionalidad de las interfaces radioeléctricas y del subsistema radioeléctrico en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1036	Consideraciones sobre el espectro para la implantación de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) en las bandas 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz
Recomendación UIT-R M.1079	Requisitos de comportamiento en cuanto a las señales vocales y los datos en banda vocal para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1224	Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-T G.174	Objetivos de calidad de transmisión para los sistemas digitales terrenales sin hilos que utilizan terminales portátiles para acceder a la red telefónica pública conmutada
Recomendación UIT-T F.115	Objetivos de servicio y principios para los futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres
Recomendación UIT-R M.1167	Marco general sobre la componente de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-T E.770	Concepto de grado de servicio de tráfico en la interconexión de redes móviles terrestres y fijas
Recomendación UIT-T E.771	Parámetros de grado de servicio de red y valores objetivo para los servicios móviles terrestres con conmutación de circuitos.

5 **Consideraciones sobre la tecnología de transmisión radioeléctrica**

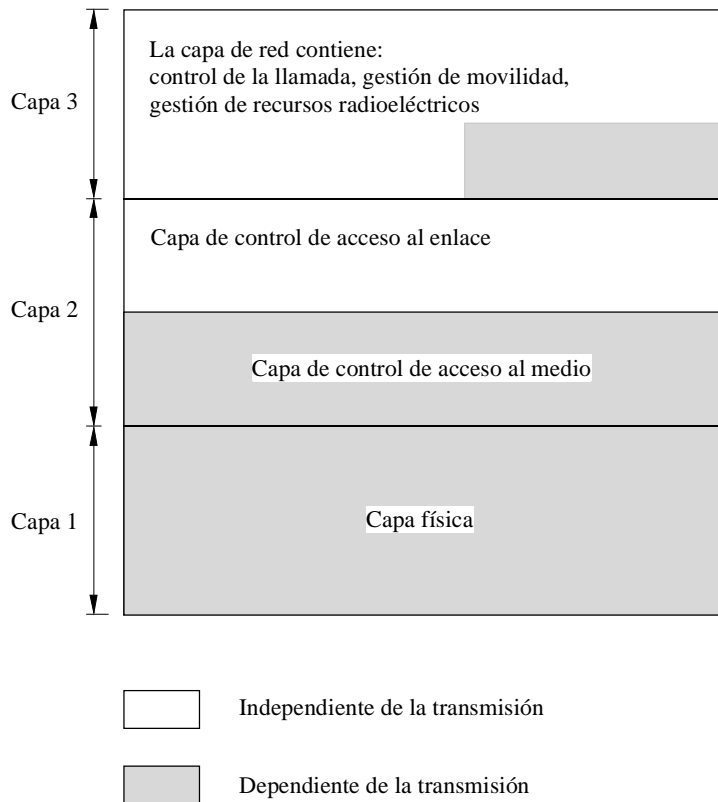
En un sistema de telecomunicaciones (véase la Fig. 1), una RTT refleja la combinación de alternativas y conceptos técnicos que permiten establecer un subsistema radioeléctrico. El proceso de evaluación de las posibles RTT para las IMT-2000 supondrá maximizar los aspectos independientes de la transmisión y minimizar las diferencias entre los restantes aspectos dependientes de la transmisión en los diversos entornos operativos de las IMT-2000, desde una perspectiva de la implementación.

FIGURA 1
Tecnologías de transmisión radioeléctrica que forman parte de un sistema total de telecomunicaciones



La Fig. 2 representa un ejemplo de estructura por capas de una interfaz radioeléctrica.

FIGURA 2
Ejemplo de estructura por capas de la interfaz radioeléctrica

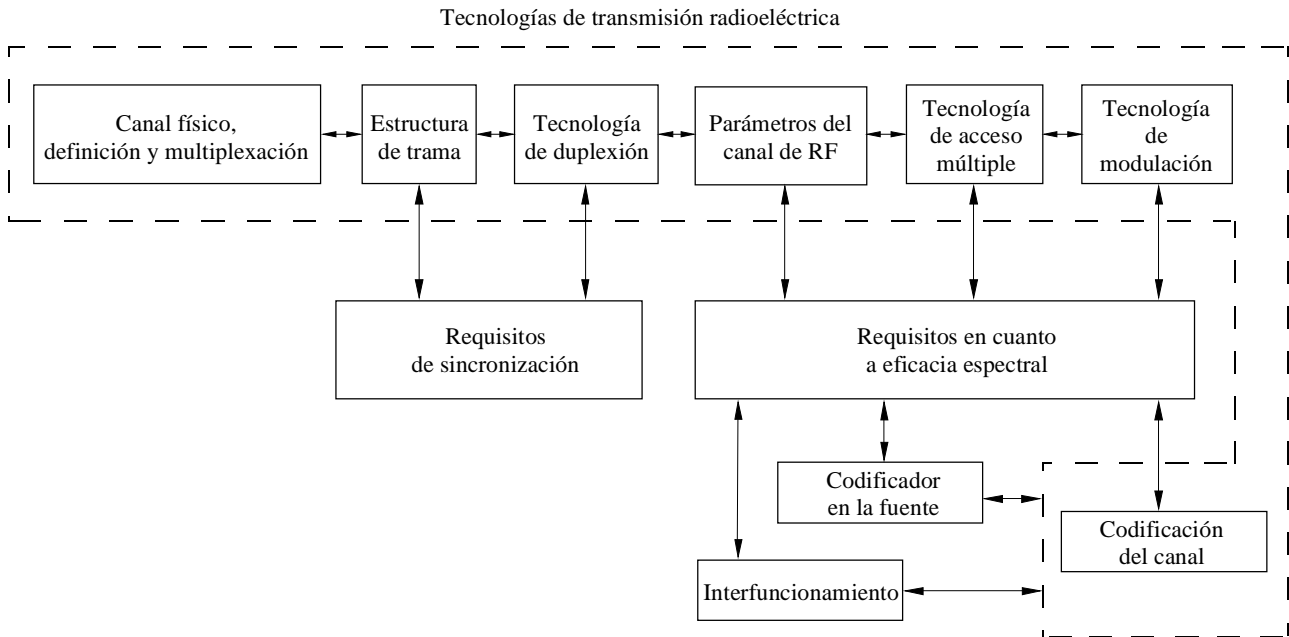


Tal como se representa en la Fig. 3, la parte dependiente de la transmisión de la interfaz radioeléctrica puede considerarse como un conjunto de bloques funcionales. Hay que señalar que todos estos bloques funcionales no son necesariamente dependientes de la transmisión en su totalidad. Los bloques funcionales identificados aquí son los siguientes:

- tecnología de acceso múltiple;
- tecnología de modulación;
- codificación del canal y entrelazado;
- parámetros del canal de RF tales como anchura de banda, atribución y separación entre canales;
- tecnología de duplexión;
- estructura de trama;
- estructura del canal físico y multiplexación.

En el proceso de elección del diseño, hay que considerar las dependencias entre los bloques funcionales mencionados. Algunas de las interdependencias que se representan en la Fig. 3 se describen con más detalle en el § 5.1.

FIGURA 3

Bloques funcionales y sus interdependencias

1225-03

5.1 Bloques funcionales de las tecnologías de transmisión radioeléctrica**5.1.1 Tecnología de acceso múltiple**

La elección de la tecnología de acceso múltiple tiene una repercusión importante en el diseño de la interfaz radioeléctrica.

5.1.2 Tecnología de modulación

La elección de la tecnología de modulación depende principalmente del entorno radioeléctrico y de los requisitos en cuanto a eficacia espectral.

5.1.3 Codificación del canal y entrelazado

La elección de la codificación del canal depende del entorno de propagación y de la eficacia espectral, así como de los requisitos de calidad de los diversos servicios. Las aplicaciones de células grandes, especialmente en el caso del componente de satélite, suele exigir una codificación del canal más potente, mientras que los sistemas microcelulares, utilizados en un entorno peatonal, pueden permitir efectuar una codificación del canal menos compleja. Para elegir la codificación del canal con o sin entrelazado, puede ser conveniente disponer de múltiples alternativas, optimizadas cada una de ellas para el entorno de servicio adecuado.

5.1.4 Tecnología de duplexación

La elección de la tecnología de duplexación afecta principalmente a la decisión en cuanto a anchura de banda del canal de RF y longitud de trama. La tecnología de duplexación puede ser independiente de la de acceso pues, por ejemplo, con los sistemas AMDT o AMDC puede utilizarse la FDD (duplexación por división de frecuencia) o la TDD (duplexación por división en el tiempo).

5.1.5 Estructura del canal físico y multiplexación

El canal físico es una parte específica de uno o más canales de frecuencia radioeléctrica que se define en el dominio de la frecuencia, del tiempo y del código.

5.1.6 Estructura de trama

La estructura de trama depende principalmente de la tecnología de acceso múltiple (por ejemplo, AMDF, AMDT, AMDC) y de la tecnología de duplexión (por ejemplo, FDD, TDD). Hay que lograr el máximo de elementos comunes manteniendo la misma estructura de trama, siempre que sea posible. Esto quiere decir que han de mantenerse, cuando sea posible, los campos de datos que identifican canales físicos y lógicos, así como la longitud de trama.

5.1.7 Parámetros del canal de RF

Los parámetros del canal de RF incluyen parámetros tales como la anchura de banda, la atribución y la separación entre canales.

5.2 Otros bloques funcionales

5.2.1 Codificador de la fuente

La elección del codificador de la fuente puede efectuarse, por lo general, con independencia del método de acceso.

5.2.2 Interfuncionamiento

La función de interfuncionamiento (IWF) convierte los servicios de datos normalizados a las velocidades utilizadas internamente por el subsistema de transmisión radioeléctrica. La IWF se aplica al codificador del canal en el lado de transmisión y procede del decodificador del canal en el lado de recepción.

6 Características técnicas elegidas para la evaluación

Como la interfaz radioeléctrica sólo es una parte de un sistema, la elección de una RTT específica (véase la Fig. 1) para una interfaz radioeléctrica de las IMT-2000, exige realizar un examen de las características técnicas generales a fin de abarcar los aspectos más importantes que pueden repercutir en la economía y la calidad del sistema.

Por razones prácticas, se ha elegido un conjunto limitado de estas características técnicas. Ello no implica en absoluto que no puedan ser pertinentes o significativos otros criterios (técnicos y no técnicos). No obstante, se considera que los aspectos fundamentales del sistema que resultan afectados por las RTT quedan ampliamente cubiertos con las características técnicas seleccionadas.

Dadas las dificultades de predicción del futuro, en particular, al tratarse de tecnología, se ha previsto un marco suficientemente amplio de evaluación técnica equilibrada de todas las posibles tecnologías, en particular de las nuevas. Ello se logra asegurándose de que no se evalúa únicamente la tecnología en sí, sino también su repercusión en las características y la economía del sistema.

6.1 Criterios para la evaluación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica

Se utilizarán como criterios de evaluación cada una de las características técnicas definidas a continuación que se desarrollan como atributos técnicos específicos, en el Anexo 3. El Anexo 1 ofrece el esquema de descripción de las RTT.

Algunos de los criterios tales como el de cobertura o de eficacia espectral son medibles y pueden evaluarse numéricamente. El Anexo 2 muestra escenarios específicos de prueba que permiten a los proponentes y evaluadores calcular y verificar los valores requeridos sobre una base común y justa.

Otros criterios tales como el de flexibilidad tienen un carácter más subjetivo y han de evaluarse cualitativamente. Los proponentes y evaluadores han de indicar y comentar las ventajas e inconvenientes de las tecnologías propuestas, teniendo presente los parámetros técnicos considerados interesantes para los criterios. En el Anexo 3 figura una relación de los parámetros técnicos que se considerarán para cada criterio de evaluación.

6.1.1 Eficacia espectral

La utilización óptima del espectro radioeléctrico es de gran importancia para las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000. En general, cuanto más tráfico de telecomunicaciones pueda cursarse con una determinada calidad para una banda de frecuencias determinada, mayor será la eficacia de la utilización del espectro. Al evaluar la capacidad de tráfico telefónico y la capacidad de información se debe tener en cuenta la reutilización de frecuencias y la tara de señalización, entre otros parámetros, tal como se señala en el Anexo 2.

6.1.2 Complejidad tecnológica – Efectos en el coste de instalación y de explotación

Este criterio expresa la repercusión de una RTT determinada en la complejidad (y de ahí, en el coste) de la realización (equipo, infraestructura, instalación, etc.) es decir, cuando menos complejo sea, mejor. Para lograr un coste mínimo y una fiabilidad óptima del equipo, las tecnologías seleccionadas deben tener un nivel de complejidad acorde con el estado de la tecnología, los objetivos deseados del servicio y el entorno radioeléctrico. Algunas tecnologías tienen diversos métodos posibles de realización que permiten establecer un compromiso entre complejidad/coste y calidad.

Los costes fijos variables de las IMT-2000 se ven afectados por la tecnología de transmisión y por el nivel de calidad y la fiabilidad. Para un nivel de calidad determinado, influyen la complejidad del equipo radioeléctrico, las otras infraestructuras de red necesarias y los diversos aspectos operacionales de las IMT-2000.

6.1.3 Calidad

La mayoría de los parámetros de calidad que se tratan en otras Recomendaciones constituyen requisitos mínimos que deben cumplirse y no han de tratarse en el proceso de evaluación. Se evaluarán las RTT en cuanto a la repercusión del retardo de procesamiento de la transmisión en el retardo de extremo a extremo, en la proporción de bits erróneos (BER) media prevista en condiciones determinadas de prueba, en su velocidad binaria máxima admisible en condiciones especificadas y en su capacidad global para minimizar la interrupción de un circuito durante el traspaso. Además se evaluarán en cuanto a su capacidad para mantener la calidad en determinadas condiciones extremas tales como las de sobrecarga del sistema, averías de circuitos, interferencia, etc.

6.1.4 Flexibilidad de las tecnologías radioeléctricas

Este criterio reviste la máxima importancia para los operadores de las IMT-2000. Estos sistemas tendrán que ser flexibles en términos de despliegue, prestación del servicio, planificación de recursos y compartición del espectro. Entre los elementos que han de considerarse figuran:

- la posibilidad de equilibrar la capacidad con la calidad de la señal de RF, cumpliendo los requisitos mínimos de calidad;
- la adaptabilidad de los sistemas a los distintos entornos de propagación variante en el tiempo y de tráfico;
- la facilidad de gestión del recurso radioeléctrico;
- la capacidad de dar cabida a una arquitectura de acceso inalámbrico fijo (FWA);
- la facilidad de prestación del servicio, incluyendo la capacidad de funcionamiento con distintas velocidades binarias, de transmisión en modo paquetes y de transmisión simultánea de servicios vocales y no vocales;

en cuanto a las consideraciones terrenales:

- la capacidad de dar cabida a una arquitectura de células mixta (pico, micro, macro y mega células);
- la adaptabilidad a múltiples operadores en la misma zona de servicio o en zonas solapadas. Las RTT se compararán basándose en su capacidad para:
 - compartir eficazmente una atribución de espectro común;
 - compartir infraestructuras de red (por ejemplo, en zonas de poca densidad de abonado);
 - prever el traspaso entre sistemas de distintos operadores.

6.1.5 Repercusión en la interfaz de red

Conviene minimizar la repercusión de los subsistemas radioeléctricos en las interfaces de la red fija. La elección de las RTT puede afectar a las interfaces de la red fija que requieren las IMT-2000 para el funcionamiento multientorno, así como a la información que pasa por ellos. Las necesidades de sincronismo entre las estaciones de base (EB) y entre sistemas que compartan un emplazamiento y un espectro comunes pueden ser distintas. Los requisitos impuestos a las redes por el procedimiento de traspaso pueden ser diferentes. El funcionamiento entre entornos, por ejemplo, la transferencia de llamada de la RTPC a las PBX inalámbricas puede exigir una funcionalidad de RTPC adicional. En particular, el número de mensajes de señalización, los requisitos reales de conmutación y la capacidad de transmisión desde las EB a las centrales puede ser diferente. Las RTT han de evaluarse sobre la base de las repercusiones que imponen en las interfaces de la red fija.

6.1.6 Capacidad de optimización de la calidad de la unidad móvil

Los terminales IMT-2000 de mano se utilizarán en una amplia gama de entornos de usuario y de aplicaciones que se definen en la Recomendación UIT-R M.1034 y en otras Recomendaciones referentes a estos sistemas. Al igual que en los sistemas inalámbricos de la generación precedente, la capacidad de desarrollar aplicaciones telefónicas y de datos personales en aparatos de mano repercutirá en la aceptación del mercado y en el éxito de las IMT-2000.

Al evaluar las RTT para entornos de funcionamiento IMT-2000 individuales o múltiples deben considerarse los aspectos siguientes:

- requisitos de potencia de transmisión,
- requisitos de linealidad del transmisor y del receptor,
- tamaño y peso en función de la aplicación,
- capacidad de recepción intermitente,
- frecuencia de reloj de circuito,
- complejidad general.

6.1.7 Eficacia en cuanto a cobertura y potencia

En los sistemas terrenales, el número mínimo de EB/km² en una asignación de frecuencia determinada para dar un cierto volumen de tráfico con la cobertura necesaria es una cifra importante, en niveles de tráfico reducidos. Para carga baja, el sistema estará limitado por el ruido y el número de estaciones de base dependerá del alcance máximo que permita la tecnología.

Para cargas bajas, la eficacia en cuanto alcance y cobertura es el aspecto principal, mientras que para cargas altas, la capacidad y la eficacia espectral son más importantes.

Se dice que las tecnologías que permiten lograr el nivel deseado de cobertura con menos estaciones de base para un entorno de prueba específico tienen una eficacia superior en cuanto a cobertura.

La eficacia de cobertura definida de esta manera no es aplicable a los sistemas de satélite para este criterio de evaluación.

En los sistemas de satélite la potencia continua que puede convertirse en potencia de RE utilizable es limitada y fija para un satélite determinado. Es importante utilizar de forma eficaz la potencia, la cual determina el número máximo de canales de tráfico con una calidad determinada. La eficacia espectral definida de esta manera no es aplicable a los sistemas terrenales.

7 Entornos de prueba específicos para la evaluación

Los entornos de prueba para la evaluación se examinan en el Anexo 2. Los entornos operativos de prueba seleccionados son los siguientes:

- interiores de oficina,
- paso de exteriores a interiores y peatonal,
- vehículos,
- célula mixta peatonal/vehículos,
- satélite.

8 Pautas para la evaluación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica por grupos de evaluación independientes

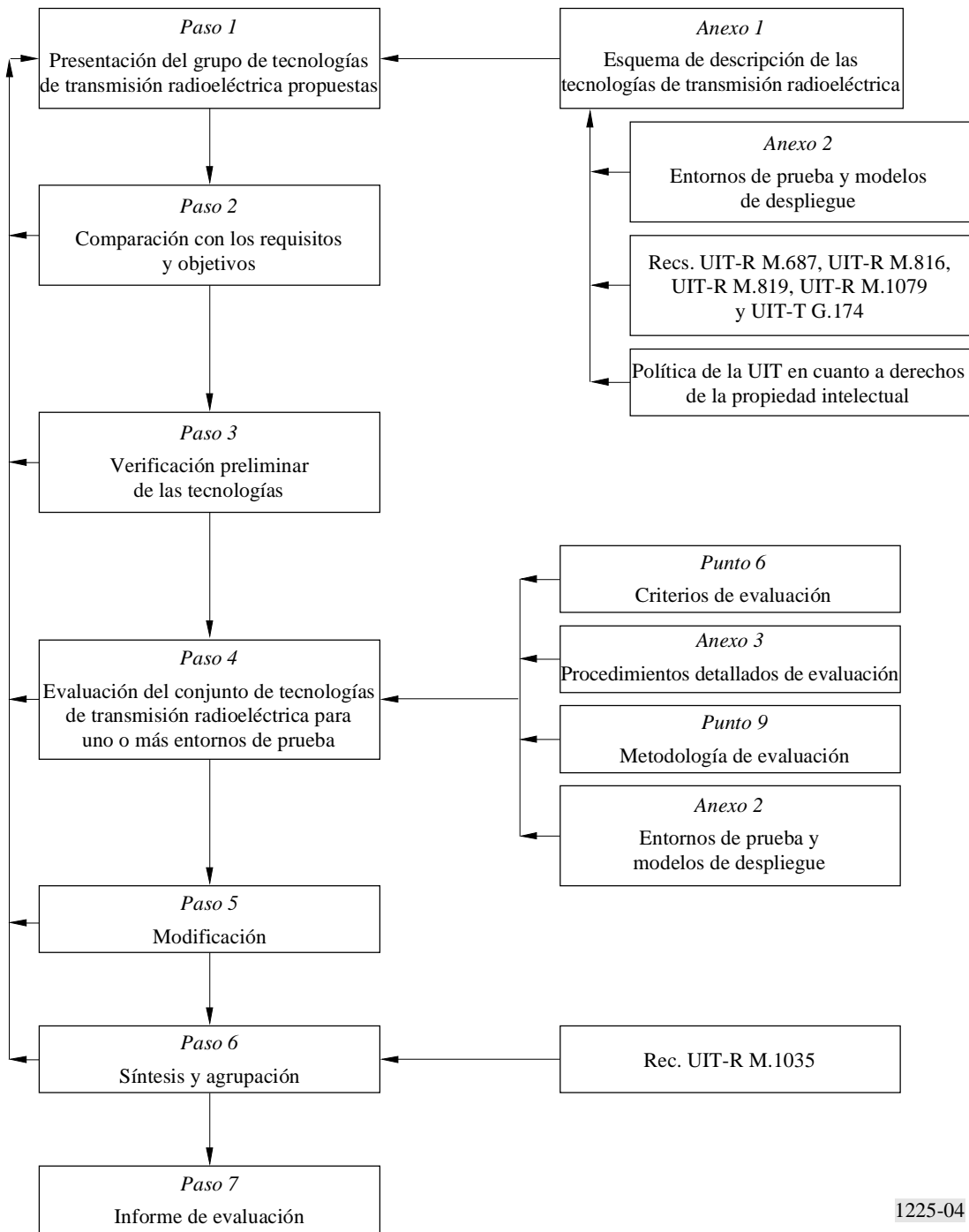
Este punto ofrece directrices de evaluación de las posibles RTT o los eventuales SRTT para la interfaz radioeléctrica IMT-2000. Este procedimiento evalúa el posible SRTT en su conjunto, pues es difícil evaluar las tecnologías de transmisión independientemente unas de otras.

Este procedimiento trata únicamente de la evaluación de los aspectos de la transmisión radioeléctrica. No pretende entrar en la evaluación de los aspectos del sistema (incluyendo los del sistema de satélite). No obstante, algunas combinaciones de RTT pueden repercutir en el lado de la red, lo cual se tiene en cuenta durante el procedimiento de evaluación (Paso 4).

La Fig. 4 representa un esquema de los distintos pasos del procedimiento de evaluación.

Los resultados se someterán al UIT-R en forma de informe de evaluación.

FIGURA 4



1225-04

Directrices de evaluación

El procedimiento de evaluación se basa en los pasos siguientes.

Paso 1 – Presentación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica propuestas

Las posibles RTT se someten con una descripción técnica cuyo formato se ajusta al esquema del Anexo 1 con el fin de facilitar su comparación. Para evaluar los aspectos de comportamiento de las RTT propuestas, tales como la capacidad de tráfico y otros, es necesario suponer el cumplimiento de condiciones adecuadas que incluyen los modelos de propagación, las condiciones de tráfico y los objetivos de calidad. El Anexo 2 muestra los entornos de prueba y los modelos de despliegue que deben suponer todos los proponentes.

Las RTT propuestas deben también ser capaces de satisfacer los objetivos de las IMT-2000 y sus requisitos definidos en las Recomendaciones actuales sobre dichos sistemas (véase el § 4). También debe indicarse la categoría de derechos de propiedad intelectual (IPR), que se señala en el Anexo 1.

El nivel de detalle de la tabla del Anexo 1 es suficiente para poder efectuar una evaluación precisa del comportamiento global de la RTT propuesta. En el caso de proposición de nuevas tecnologías, puede ser necesario aplicar nuevos perfeccionamientos y puede añadirse o solicitarse más información.

También se reconoce que el esquema del Anexo 1 constituye únicamente una relación de parámetros técnicos sobre aspectos radioeléctricos. Puede no ser necesario tener en cuenta otros aspectos que sean fundamentales para la elección de un sistema comercial.

Paso 2 – Comparación con los requisitos y objetivos

Las RTT propuestas se comparan con los requisitos y objetivos técnicos que figuran en las Recomendaciones sobre las IMT-2000.

Paso 3 – Verificación preliminar de la tecnología

Puede solicitarse a los proponentes que sometan información adicional, incluyendo tal vez resultados del soporte lógico de las pruebas de simulación o de ensayos del equipo, a fin de verificar elementos clave de las tecnologías que proponen.

Paso 4 – Evaluación de las RTT

Las RTT propuestas se evalúan mediante análisis y simulaciones comparándolos con el grupo de criterios definidos en el § 6 para los entornos de prueba del Anexo 2. A continuación se evalúa cada RTT conforme al procedimiento indicado en el Anexo 3.

Paso 5 – Modificación

Los proponentes pueden modificar sus RTT a lo largo de las nuevas repeticiones del procedimiento de evaluación, volviendo al Paso 1.

Paso 6 – Síntesis y agrupación

Basándose en los resultados de los Pasos 4 y 5, se pide a los proponentes que constituyan un grupo «óptimo» de RTT que sirva para todos los entornos de prueba de las IMT-2000. El procedimiento de agrupación debe también tener en cuenta el alto grado de elementos comunes de las RTT del mismo grupo que sirva para todos los entornos. La Recomendación UIT-R M.1035 ofrece unas pautas que hay que tener en cuenta en este paso para obtener un alto grado de uniformidad en el grupo de las RTT.

Paso 7 – Informe de evaluación

Debe prepararse un Informe de evaluación que examinará el UIT-R y que incluirá:

- Descripción de las tecnologías según el Anexo 1.
- Evaluación basada en la aplicación de los Anexos 2 y 3.
- Información aplicable.

9 Metodología de evaluación

Tras comparar la RTT propuesta con los requisitos y objetivos técnicos y efectuar una verificación preliminar de la tecnología (Pasos 2 y 3 del § 8), se efectúa una evaluación técnica de la RTT propuesta aplicando cada uno de los criterios de evaluación del § 6.1. Esta evaluación se efectuará en los entornos de prueba adecuados, utilizando los modelos de despliegue descritos en el Anexo 2. Las RTT propuestas se evaluarán basándose en las descripciones técnicas presentadas, valiéndose de la tabla de descripción de tecnologías del Anexo 1. Los procedimientos de evaluación detallados se indican en el Anexo 3 que enumera los atributos técnicos a tener en cuenta para la evaluación de las RTT respecto a cada uno de los criterios de evaluación.

Los criterios de evaluación pueden dividirse en criterios objetivos y subjetivos. Los primeros contienen atributos técnicos que pueden evaluarse de forma cuantitativa; los criterios subjetivos contienen una mezcla de atributos técnicos que pueden evaluarse sobre una base cuantitativa y atributos técnicos que pueden evaluarse cualitativamente.

Criterios objetivos	Criterios subjetivos
<ul style="list-style-type: none"> - Eficacia espectral - Eficacia de cobertura y potencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Complejidad tecnológica – Efecto en el coste de instalación y de explotación - Calidad - Flexibilidad de las tecnologías radioeléctricas - Repercusión en las interfaces de red - Capacidad de optimización de la calidad de la unidad móvil

9.1 Criterios objetivos

Para estos criterios, la evaluación se efectúa basándose en la información cuantitativa presentada respecto a cada atributo técnico. Los grupos de evaluación independientes pueden comentar los resultados y solicitar nuevas informaciones o nuevos cálculos para continuar validando las cifras presentadas (por ejemplo, solicitando resultados de simulación cuando sólo se hayan realizado análisis teóricos). El proponente podrá responder a estos comentarios en un plazo determinado. A continuación, los evaluadores formularán sus conclusiones o comentarios definitivos y se producirá una evaluación sumaria respecto a los criterios, tal como se describe en el § 9.4, teniendo en cuenta todos los resultados.

9.2 Criterios subjetivos

Para estos criterios es difícil realizar una evaluación numérica pues la información presentada en cuanto a un atributo técnico puede ser cualitativa más que cuantitativa. No obstante, sigue siendo factible realizar una evaluación técnica, lo cual es conveniente si se adopta un enfoque de evaluación sumaria de criterios a fin de comprender las ventajas e inconvenientes relativos de cada RTT propuesta. De esta manera, la información técnica más importante para los que han de adoptar las decisiones se produce como resultado de este proceso de evaluación técnica. Al igual que con los criterios objetivos, los evaluadores pueden comentar los resultados y solicitar informaciones adicionales a fin de validar las RTT presentadas. Se permite al proponente responder a estos comentarios con una fecha límite determinada. A continuación, los evaluadores formulan conclusiones o comentarios finales y se produce una evaluación sumaria respecto a los criterios, tal como se describe en el § 9.4, teniendo en cuenta todos los resultados.

9.3 Hoja de evaluación

Debe utilizarse la hoja indicada a continuación como guía para la presentación al UIT-R de la información de evaluación. Se incluye un ejemplo a efectos de información.

HOJA PARA EL CRITERIO 1 DE LA RTT A

Criterio Por ejemplo, flexibilidad	Comentarios del proponente	Comentarios del evaluador
<i>1^{er} atributo técnico</i> Por ejemplo, capacidad de utilizar una velocidad binaria de usuario variable	Por ejemplo, la forma en que actúa la RTT respecto a este atributo y la importancia de éste para la RTT propuesta	Por ejemplo, peticiones de aclaración, desacuerdo, etc.; indicación de la importancia relativa de este atributo respecto a otros de este criterio
<i>2^{do} atributo técnico</i>	No procede, pues nuestra tecnología no utiliza dicho aspecto particular, ...	
<i>3^{er} atributo técnico</i> Por ejemplo, máxima deriva Doppler admisible	Cifras requeridas xxx Comentarios (por ejemplo, se ha obtenido utilizando las hipótesis siguientes)	Por ejemplo, comentarios sobre la validez de los resultados; petición de nueva verificación del equipo
...		
<i>Secciones de comentarios</i>	Comentarios generales de los proponentes (por ejemplo, nuevos parámetros técnicos de interés que deben tenerse en cuenta, etc.)	Comentarios generales de los evaluadores (por ejemplo, petición de clarificación, puntos que faltan, etc.)
<i>Comentarios del segundo paso</i>	Respuesta a los comentarios de los evaluadores	Resumen de evaluación de criterios, incluyendo información sobre la forma de lograr la evaluación sumaria y la importancia relativa otorgada a los atributos técnicos y a otras consideraciones

9.4 Evaluaciones sumarias

Para comparar las múltiples RTT es útil disponer de resúmenes de evaluación de criterios de cada una de dichas RTT. Puede ser difícil efectuar un resumen de evaluación de criterios cuando deben considerarse los atributos cualitativos y cuantitativos y cuando cada atributo técnico puede tener una importancia relativa distinta con los criterios de evaluación globales.

Para identificar dichos resúmenes de evaluación de criterios, el Anexo 3 determina la importancia del orden relativo de los diversos atributos técnicos en cada uno de los criterios de evaluación. Esta ordenación se basa en las previsiones actuales de necesidades del mercado en algunos países. Se sabe que las necesidades del mercado pueden diferir de un país a otro y que pueden variar a lo largo del tiempo. También se admite que durante el procedimiento de evaluación pueden identificarse algunos atributos técnicos nuevos o aspectos importantes que puedan repercutir en cualquiera de los resúmenes. De esta manera, el Anexo 3 contempla que los grupos de evaluación puedan modificar, si procede, los grupos de atributos técnicos o añadir nuevos atributos o consideraciones, al determinar un resumen de evaluación de criterios.

Se solicita a todos los grupos de evaluación que incluyan en sus informes los datos de los resúmenes de evaluación de criterios respecto a un criterio, incluyendo la importancia relativa otorgada a cada uno de los atributos técnicos y toda otra consideración que afecte a los resúmenes.

9.4.1 Metodología para los resúmenes de evaluación de criterios

Algunos grupos de evaluación pueden desear utilizar una metodología para la evaluación sumaria respecto a un criterio. Este punto contiene un ejemplo de una posible metodología numérica; no obstante, pueden utilizarse otras metodologías numéricas o no numéricas para los resúmenes de evaluación de criterios, siempre que se aporte la documentación adecuada en el Informe de evaluación sobre la forma en que se realizó el resumen.

Los atributos técnicos que figuran en el Anexo 3 se agrupan en relación con su repercusión global en un criterio de evaluación específico. Puede asignarse una ponderación relativa a cada grupo basándose en su importancia percibida o en la repercusión para cada criterio. Ello permite incluir atributos definidos cualitativa y cuantitativamente que pueden evaluarse simultáneamente y de forma objetiva al comparar las RTT propuestas.

Las comparaciones de características de las RTT se efectúan de un atributo a otro para un determinado criterio de evaluación. El comportamiento relativo respecto a un atributo para las distintas RTT se cuantifican según cuatro categorías de calidad: mediocre, aceptable, buena y excelente. El comportamiento respecto a un atributo que no alcance los objetivos de las IMT-2000 se considera mediocre y si supera los objetivos se cataloga como excelente.

Considerando la caracterización relativa de los atributos señalada, se determina un grado diferencial sobre la base de la forma en que se comparan las características respecto a dicho atributo. Tras efectuar las comparaciones, las diferencias de graduación se multiplican por las ponderaciones convenidas y se suman para determinar un grado diferencial de calidad general de la RTT respecto a dicho criterio.

ANEXO 1

Tabla de descripción de las tecnologías de transmisión radioeléctrica

Descripción de la tecnología de transmisión radioeléctrica

La tecnología de transmisión radioeléctrica (RTT) tiene que describirse de forma detallada para obtener una visión general y una comprensión de las funcionalidades del planteamiento técnico. Este Anexo ofrece un esquema de ayuda a la descripción técnica de las características de una posible RTT.

Los parámetros técnicos indicados a continuación, los esquemas pertinentes del Anexo 2 y toda otra información útil deben aplicarse a cada entorno de prueba en los que se ha previsto que funcionen las RTT propuestas. Ello puede efectuarse preparando:

- una tabla de presentación por separado para cada entorno de prueba; o
- una única presentación que incluya respuestas múltiples para los parámetros técnicos que resultan afectados por un entorno de prueba.

Además de la descripción técnica detallada indicada a continuación, los proponentes deben velar por que su presentación satisfaga los objetivos generales de las IMT-2000 definidos en las Recomendaciones actuales (véase el § 4). También indicarán si sus propuestas de RTT cumplen la actual política de la UIT en cuanto a IPR.

El Cuadro que figura a continuación describe los parámetros técnicos necesarios para caracterizar una propuesta. Los proponentes podrán añadir cualquier nueva información que sea necesaria para poder evaluar mejor su propuesta.

Las IMT-2000 pueden dar servicio a usuarios móviles y a usuarios fijos inalámbricos que compartan emplazamientos geográficos y bandas de frecuencia comunes. Como resultado de ello, determinados parámetros pueden estar concebidos para la combinación de uno u otro tipo de usuario. Para prever la utilización fija/inalámbrica de una RTT propuesta, la descripción que figure en la tabla debe señalar si un parámetro está concebido para utilización doble.

ÍNDICE

- A1.1 Soporte del entorno de prueba
- A1.2 Parámetros técnicos
- A1.3 Características previstas
- A1.4 Restricciones del diseño tecnológico
- A1.5 Información requerida para el balance del enlace terrenal
- A1.6 Configuración del sistema de satélite

A1.1	Soporte del entorno de prueba
A1.1.1	¿En qué entornos de prueba funcionará la RTT?
A1.1.2	Si la RTT sirve para más de un entorno de prueba, ¿a qué entorno de prueba se refiere esta tabla de descripción de tecnología?
A1.1.3	¿Incluye la RTT algún aspecto que lo haga útil para las aplicaciones de FWA? Indíquense detalles sobre la repercusión de estos aspectos en los parámetros técnicos de esta tabla, señalando si los parámetros técnicos previstos se aplican a las aplicaciones móviles y a las de FWA.
A1.2	Parámetros técnicos NOTA 1 – Los parámetros para el enlace directo y el enlace inverso se describen separadamente, si es necesario.
A1.2.1	¿Cuál es la banda de frecuencias mínima requerida para el despliegue del sistema (MHz)?
A1.2.2	¿Cuál es el método dúplex: TDD o FDD?
A1.2.2.1	¿Cuál es la separación mínima de frecuencias ascendente/descendente para el FDD?
A1.2.2.2	¿Cuál es el requisito de aislamiento transmisor/receptor? La propuesta exige un duplexor en la estación móvil (EM) o en la estación de base (EB)?
A1.2.3	¿Permite la RTT la transmisión asimétrica para utilizar el espectro disponible? Caracterícese.
A1.2.4	¿Cuál es la separación de canales de RF (kHz)? Además, ¿utiliza la RTT un plan de entrelazado de frecuencias? NOTA 1 – La utilización del segundo canal adyacente en lugar del canal adyacente en la célula de agrupación vecina se llama «planificación de entrelazado de frecuencias». Si el proponente va a emplear un plan de entrelazado de frecuencias, debe señalarlo en el § A1.2.4 y completar el § A1.2.15 con la relación de protección para el canal adyacente y el segundo canal adyacente.

A1.2.5	¿Cuál es la anchura de banda por canal dúplex de RF (MHz) medida entre puntos de -3 dB? Se expresa mediante (anchura de banda por canal de RF) \times (1 para TDD y 2 para FDD). Indíquense los detalles.
A1.2.5.1	¿Ofrece la propuesta capacidad de anchura de banda de canal de RF múltiple o variable? En caso afirmativo, ¿sirven las anchuras de banda múltiples o variables para compensar las degradaciones debidas al medio de transmisión, pero siendo transparentes para el usuario final?
A1.2.6	¿Cuál es la velocidad binaria del canal de RF (kbit/s)? NOTA 1 – Se trata de la velocidad máxima posible de modulación del canal de RF (tras la codificación del canal, la adición de la señalización de control en banda y cualquier señalización adicional) para transmitir la portadora por un canal de RF, es decir, con independencia de la tecnología de acceso y de los esquemas de modulación.
A1.2.7	<i>Estructura de trama:</i> Descríbase la estructura de trama necesaria para dar una información suficiente, tal como: <ul style="list-style-type: none"> – longitud de trama, – número de intervalos de tiempo por trama, – tiempo de guarda o número de bits de guarda, – velocidad binaria de información de usuario para cada intervalo de tiempo, – velocidad binaria del canal (tras la codificación del canal), – velocidad de símbolos en el canal (tras la modulación), – velocidad binaria del canal de control asociado (ACCH), – velocidad binaria del control de potencia. NOTA 1 – La codificación del canal puede incluir corrección de errores directa (FEC), comprobación de redundancia cíclica (CRC), ACCH, bits de control de potencia y bits de guarda. Indíquense los detalles. NOTA 2 – Descríbase la estructura de trama para el enlace directo y el enlace inverso, respectivamente. NOTA 3 – Descríbase la estructura de trama para cada velocidad de información de usuario.
A1.2.8	¿Utiliza la RTT saltos de frecuencia? En caso afirmativo, caracterícese y explíquese particularmente la repercusión (por ejemplo, mejoras) en la calidad del sistema.
A1.2.8.1	¿Cuál es la tasa de saltos de frecuencia?
A1.2.8.2	¿Cuál es el número de grupos de saltos de frecuencia?
A1.2.8.3	¿Están las EB sincronizadas o no?
A1.2.9	¿Utiliza la RTT un esquema de dispersión?
A1.2.9.1	¿Cuál es la frecuencia de segmento (Mchip/s)? Se refiere a la velocidad a la entrada del modulador.
A1.2.9.2	¿Cuál es la ganancia de procesamiento? $10 \log$ (velocidad de segmento/velocidad de información).
A1.2.9.3	Explíquense las estructuras de códigos en el enlace ascendente y el descendente e indíquense detalles sobre los tipos (por ejemplo, código (PN) de numeración personal, código, Walsh) y los fines (por ejemplo, dispersión, identificación, etc.) de los códigos.
A1.2.10	¿Qué tecnología de acceso se propone utilizar: AMDT, AMDF, AMDC, híbrida o una nueva tecnología? En el caso de la AMDC, ¿qué tipo de AMDC se utiliza? ¿saltos de frecuencias (FH) o secuencia directa (DS) o híbrido? Caracterícese.
A1.2.11	¿Cuál es la técnica de modulación en banda de base? Si se requiere la modulación de datos y la modulación con dispersión, descríbanse los detalles. ¿Cuál es la relación entre potencia máxima y media tras el filtrado en banda de base (dB)?
A1.2.12	¿Cuál es la velocidad de codificación del canal (tratamiento de errores) y la forma para los enlaces directo e inverso? Por ejemplo, indíquese si la RTT adopta: <ul style="list-style-type: none"> – FEC u otros esquemas – protección contra errores desigual. Indíquense los detalles – codificación de decisión flexible o de decisión firme. Indíquense los detalles – decodificación repetitiva (por ejemplo, códigos turbo). Indíquense los detalles – otros esquemas
A1.2.13	¿Cuál es el esquema de entrelazado binario? Indíquense los detalles para el enlace ascendente y el descendente.
A1.2.14	Descríbase el enfoque adoptado para que los receptores (estación móvil y estación de base) corrijan los efectos de la propagación por trayectos múltiples (por ejemplo, mediante un igualador, un receptor Rake, etc.).

A1.2.14.1	Descríbase la resistencia a la interferencia entre símbolos y especifíquense los perfiles de dispersión de retardos mejores y peores para la propuesta.
A1.2.14.2	¿Puede atenderse a un perfil de dispersión de retardos que cambia rápidamente? Descríbase.
A1.2.15	¿Cuál es la relación de protección de canal adyacente? NOTA 1 – Para mantener la resistencia a la interferencia del canal adyacente, la RTT debe tener algunas características de receptor que puedan soportar una interferencia de canal adyacente con potencia superior. Especifíquese el nivel relativo máximo permitido de potencia de RF del canal adyacente (dBc). Indíquense los detalles sobre las hipótesis para lograr esta cifra.
A1.2.16	Clases de potencia
A1.2.16.1	<i>Potencia emitida por el terminal móvil</i> : ¿Cuál es la potencia radiada por la antena medida en ésta? Para la componente terrenal, indíquese (dBm). Para la componente de satélite, la potencia emitida por el terminal móvil debe darse en términos de p.i.r.e. (potencia isotrópica radiada equivalente) (dBm).
A1.2.16.1.1	¿Cuál es la potencia de cresta máxima transmitida en el estado activo o de ocupado?
A1.2.16.1.2	¿Cuál es la potencia media en el tiempo transmitida en el estado activo o de ocupado? Explíquese con detalle el método seguido para calcular esta potencia media en el tiempo.
A1.2.16.2	Potencia de transmisión de la estación de base por portadora de RF para la componente terrenal.
A1.2.16.2.1	¿Cuál es la potencia de cresta máxima transmitida por portadora de RF radiada por la antena?
A1.2.16.2.2	¿Cuál es la potencia media transmitida por portadora de RF por la antena?
A1.2.17	¿Cuál es el número máximo de canales vocales disponibles por canal de RF que puede aceptar una EB con un canal de RF (sistemas TDD) o una pareja de canales dúplex de RF (sistemas FDD), sin dejar de cumplir los requisitos de calidad de la Recomendación UIT-T G.726?
A1.2.18	<i>Capacidades de velocidad binaria variable</i> : Descríbanse las formas en que se pueden tratar velocidades de transmisión variables en banda de base. Por ejemplo, indíquese si la RTT utiliza: – codificación en la fuente adaptable y de canal en función de la calidad de la señal de RF – velocidad de datos variable en función de la aplicación de usuario – utilización variable del canal en modo voz/datos en función de los requisitos de mezcla de tráfico. Caracterícese la forma en que se realiza la modificación de la velocidad binaria. Además, ¿cuáles son las ventajas del sistema propuesto asociadas a las capacidades de velocidad binaria variable?
A1.2.18.1	¿Cuáles son las velocidades binarias de información de usuario en cada modo de velocidad binaria variable?
A1.2.19	¿Qué esquema de codificación vocal o códec se supone utilizar en la RTT propuesta? Si se va a utilizar un esquema de codificación vocal específico o el códec existente, indíquese su nombre. Si es indispensable para la RTT propuesta un esquema de codificación vocal o un códec especial (por ejemplo, los no normalizados por las entidades de normalización tales como la UIT), indíquense los detalles, por ejemplo, el esquema, algoritmo, velocidades de codificación, retardos de codificación y número de libros de códigos estocásticos.
A1.2.19.1	¿Ofrece la propuesta una capacidad de velocidad de codificación vocal múltiple? Indíquense los detalles.
A1.2.20	<i>Servicios de datos</i> : ¿Hay aspectos particulares de las tecnologías propuestas que sean aplicables para la prestación de servicios de datos con conmutación de circuitos, con conmutación de paquetes o de otro tipo, como los servicios de datos asimétricos? Para cada clase de servicio (A, B, C y D) debe darse una descripción de los servicios RTT, al menos en términos de velocidad binaria, retardo y proporción de bits erróneos (BER) o de tramas (FER). NOTA 1 – Para la definición de: – «modo de transferencia de circuito» – «modo de transferencia de paquetes» – «servicio sin conexión», véase la Recomendación UIT-R M.1224, así como para una mejor comprensión de los servicios de datos con «conmutación de circuitos» y «conmutación de paquetes». NOTA 2 – Para más detalle sobre las clases de servicio A, B, C y D, véase la Recomendación UIT-T I.362.
A1.2.20.1	Para servicios con restricción de retardo orientados a la conexión (Clase A).
A1.2.20.2	Para servicios con restricción de retardo orientados a la conexión y velocidad binaria variable (Clase B).
A1.2.20.3	Para servicios sin restricción de retardo orientados a la conexión (Clase C).
A1.2.20.4	Para servicios sin restricción de retardo y sin conexión (Clase D).

A1.2.21	<p><i>Servicios vocales/de datos simultáneos:</i> ¿Se puede con esta propuesta dar servicios múltiples de usuario simultáneamente mediante una asignación adecuada de la capacidad del canal?</p> <p>NOTA 1 – A continuación se describen las distintas técnicas que son inherentes a la tecnología descrita que se presenta o la mejoran en gran medida.</p> <p>Se precisa la descripción de las EB y EM en los atributos del § A1.2.22 hasta el § A1.2.23.2.</p>
A1.2.22	<p><i>Características de control de potencia:</i> ¿Incluye la propuesta un esquema de control de potencia? Caracterícese la repercusión (por ejemplo, mejoras) en la calidad del sistema de los esquemas de control de potencia propuestos.</p>
A1.2.22.1	¿Cuál es el tamaño del escalón de control de potencia (dB)?
A1.2.22.2	¿Cuál es el número de ciclos de control de potencia por segundo?
A1.2.22.3	¿Cuál es la gama dinámica del control de potencia (dB)?
A1.2.22.4	¿Cuál es el nivel mínimo de potencia de transmisión con control de potencia?
A1.2.22.5	¿Cuál es la variación residual de potencia después del control cuando funciona la RTT? Indíquense detalles sobre las circunstancias (por ejemplo, en términos de características del sistema, entorno, despliegue, velocidad EM, etc.) en las que aparece esta variación residual de potencia y la repercusión que tiene en la calidad del sistema.
A1.2.23	<p><i>Diversidad combinando las EM y la EB:</i> ¿El diseño de la RTT incorpora esquemas de combinación de diversidad?</p>
A1.2.23.1	<p>Describanse las técnicas de diversidad aplicadas en la EM y en la EB, incluyendo la micro y la macro diversidad, y caracterizando el tipo de diversidad utilizado, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – diversidad temporal: repetición, receptor, Rake, etc., – diversidad espacial: múltiples sectores, múltiples satélites, etc., – diversidad de frecuencia: FH, transmisión en banda ancha, etc., – diversidad de código: múltiples códigos PN, código FH múltiple, etc., – otros esquemas. <p>Caracterícese el algoritmo de combinación de la diversidad, por ejemplo, diversidad de conmutación, combinación de relación máxima, combinación de ganancia igual. Además, indíquense los valores que justifican el número de receptores (o de moduladores) por célula y por usuario móvil. Indíquese la mejora de calidad (dB), que introduce la diversidad.</p> <p>Para las EM: ¿Cuál es el número mínimo de receptores de RF (o de demoduladores) por unidad móvil y cuál es el número mínimo de antenas por unidad móvil necesarias a los efectos de recepción con diversidad?</p> <p>Estas cifras deben ser coherentes con las que se han supuesto en el balance del enlace del Anexo 2 y en el cálculo de la «capacidad» definida en el § A1.3.1.5.</p>
A1.2.23.2	¿Cuál es el grado de mejora previsto (dB)? Indíquense también las condiciones supuestas, tales como las de BER y FER.
A.1.2.24	<p><i>Traspaso/transferencia automática del enlace radioeléctrico (ALT):</i> ¿Admiten las tecnologías de transmisión radioeléctrica el traspaso?</p> <p>Caracterícese el tipo de estrategia (o estrategias) de traspaso aplicables, por ejemplo traspaso asistido de la EM. Facilitense explicaciones sobre las ventajas potenciales, por ejemplo, de la posible elección de algoritmos de traspaso. Apórtense pruebas siempre que sea posible.</p>
A1.2.24.1	¿Cuál es la duración de la interrupción (s) cuando se ejecuta un traspaso? En esta evaluación ha de incluirse una descripción detallada de la repercusión del traspaso en la calidad del servicio. Explíquese la forma de obtener la estimación.
A1.2.24.2	<p>Para la RTT propuesta, ¿puede admitir el traspaso la disminución rápida de la intensidad de la señal (por ejemplo, el efecto de esquina de la calle)?</p> <p>Ofrézcase una descripción detallada de:</p> <ul style="list-style-type: none"> – la forma en que se detecta, inicia y ejecuta el traspaso, – el tiempo que dura cada una de estas acciones (tiempo mínimo/máximo (ms)), – los periodos de silencio durante estas acciones.
A1.2.25	Caracterícese la forma en que reacciona la RTT propuesta al despliegue del sistema (por ejemplo, necesidad de añadir nuevas células y/o nuevas portadoras) especialmente en términos de planificación de frecuencia.
A1.2.26	<p><i>Capacidad de compartición de bandas de frecuencia:</i> ¿En qué medida puede el sistema propuesto compartir espectro entre sistemas IMT-2000, así como con otros sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – compartición de espectro entre operadores – compartición de espectro entre sistemas IMT-2000 terrenales y de satélite – compartición de espectro entre sistemas IMT-2000 y otros distintos – otros esquemas de compartición?
A1.2.27	<p><i>Atribución dinámica de canales:</i> Caracterícese los esquemas de atribución dinámica de canales (DCA) que pueden aplicarse y su repercusión en la calidad del sistema (por ejemplo, en términos de adaptabilidad a condiciones variables de interferencia, adaptabilidad a condiciones variables de tráfico, capacidad para evitar la planificación de frecuencias, repercusión en la distancia de reutilización, etc.).</p>

A1.2.28	<p><i>Arquitectura de células mixta</i>: ¿Cómo permite la RTT una arquitectura de células mixtas (pico, micro y macrocélulas)? ¿Prevé la propuesta un servicio de usuario de pico, micro y macrocélulas en una sola asignación de espectro con el traspaso necesario entre ellas? (Componente terrenal únicamente.)</p> <p>NOTA 1 – Las definiciones de células son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – radio de pico célula: $r < 100$ m – micro: $100 \text{ m} < r < 1\,000$ m – macro: $r > 1\,000$ m.
A1.2.29	Describir toda capacidad de ahorro de batería/recepción intermitente.
A1.2.29.1	<i>Capacidad de la EM para conservar la potencia de la batería en reposo</i> : Indíquense detalles sobre la forma en que la propuesta prevé la conservación de la potencia de la batería en reposo.
A1.2.30	<i>Esquema de transmisión de señalización</i> : Si en el sistema propuesto se piensa utilizar las RTT para una transmisión de señalización distinta de la de la transmisión de datos de usuario, indíquense detalles del esquema de transmisión de señalización por la interfaz radioeléctrica entre terminales y estaciones de base (satélite).
A1.2.30.1	<p>Describáanse los distintos esquemas de transferencia de señalización que pueden aplicarse, por ejemplo, en relación con una llamada o salida de llamada. Indíquese si la RTT admite:</p> <ul style="list-style-type: none"> – nuevas técnicas. Caracterícense, – mejoras de señalización para la distribución de servicios multimedia. Caracterícense.
A1.2.31	<p>¿Admite la RTT una capacidad de anchura de banda por la demanda (BOD)? La BOD se refiere específicamente a la capacidad de un usuario final para solicitar servicios multiportador. Generalmente, este servicio se ofrece en forma de capacidad de caudal en bits por segundo. Los servicios multiportador pueden implementarse utilizando tecnologías tales como las de multiportadora, multiintervalo de tiempo o multicódigo. En caso afirmativo, caracterícense dichas capacidades.</p> <p>NOTA 1 – La BOD no se refiere a la característica autoadaptable del canal radioeléctrico para aceptar cambios en la calidad de transmisión (véase el § A1.2.5.1).</p>
A1.2.32	¿Admite la RTT una capacidad de agregación de canales para lograr velocidades binarias de usuario superiores?
A1.3	Características previstas
A1.3.1	Para el entorno de pruebas terrenal únicamente.
A1.3.1.1	<p>¿Cuál es el nivel mínimo de la BER obtenible (señales vocales)?</p> <p>NOTA 1 – El nivel mínimo de la BER se evalúa en las condiciones de medición de la BER definidas en el Anexo 2, utilizando las velocidades de datos indicadas en el § 1 de dicho Anexo.</p>
A1.3.1.2	<p>¿Cuál es el nivel mínimo de la BER obtenible (señales vocales)?</p> <p>NOTA 1 – El nivel mínimo de la BER se evalúa en las condiciones de medición de la BER definidas en el Anexo 2, utilizando las velocidades de datos indicadas en el § 1 de dicho Anexo.</p>
A1.3.1.3	<p>¿Cuál es la dispersión del retardo máximo admisible (ns) para mantener los requisitos de calidad del servicio de voz y de datos?</p> <p>NOTA 1 – La BER es un nivel mínimo de errores medido con la deriva Doppler indicada en las condiciones de medición de la BER del Anexo 2.</p>
A1.3.1.4	<p>¿Cuál es la deriva Doppler máxima admisible (Hz) para mantener los requisitos de calidad del servicio de voz y de datos?</p> <p>NOTA 1 – La BER es un nivel mínimo de errores medido con la dispersión de retardos indicada en las condiciones de medición de la BER del Anexo 2.</p>
A1.3.1.5	<i>Capacidad</i> : La capacidad de la tecnología de transmisión radioeléctrica tiene que evaluarse suponiendo los modelos de despliegue descritos en el Anexo 2 y los parámetros técnicos de los § A1.2.22 a § A.1.2.23.2.
A1.3.1.5.1	<p>¿Cuál es la capacidad de tráfico telefónico por célula (no por sector)? Indíquese el tráfico total que puede admitir una sola célula (E/MHz/célula), con una asignación disponible de anchura de banda no contigua de 30 MHz (15 MHz directa/15 MHz inversa) en el modo FDD, o de anchura de banda contigua de 30 MHz en el modo TDD. Indíquense las capacidades para todos los valores de penetración definidos en el modelo de despliegue correspondiente al entorno de prueba del Anexo 2. En dicho Anexo se describe el procedimiento para obtener este valor. Debe obtenerse en este caso la capacidad que admite una célula no autónoma pero única en una zona de servicio contigua.</p>
A1.3.1.5.2	<p>¿Cuál es la capacidad de información por célula (no por sector)? Indíquese el número total de bits de información del canal de usuario que puede admitir una única célula (Mbit/s/MHz/célula), para una anchura de banda asignada disponible no continua de 30 MHz (15 MHz directa/15 MHz inversa) en el modo FDD, o de anchura de banda continua de 30 MHz en el modo TDD. Indíquense las capacidades para todos los valores de penetración definidos en el modelo de despliegue correspondiente al entorno de prueba del Anexo 2. En dicho Anexo se describe el procedimiento para obtener este valor. Debe obtenerse aquí la capacidad que admite una célula no autónoma pero única en una zona de servicio contigua.</p>

A1.3.1.6	¿Admite la RTT la sectorización? En caso afirmativo, indíquese cada esquema de sectorización y el número total de bits de información por canal de usuario que puede admitir un único emplazamiento (Mbit/s/MHz) (y el número de sectores) en una anchura de banda asignada disponible no contigua de 30 MHz (15 MHz directa/15 MHz inversa) en modo FDD, o en una anchura de banda contigua de 30 MHz en modo TDD.
A1.3.1.7	<i>Eficacia de cobertura:</i> La eficacia de cobertura de la tecnología de transmisión radioeléctrica tiene que evaluarse suponiendo los modelos de despliegue descritos en el Anexo 2.
A1.3.1.7.1	¿Cuál es la eficacia de cobertura del emplazamiento de base (km ² /emplazamiento), para la carga de tráfico mínima en el modelo de despliegue del servicio vocal únicamente? La carga de tráfico mínima corresponde al caso de penetración mínima descrito en el Anexo 2.
A1.3.1.7.2	¿Cuál es la eficacia de cobertura del emplazamiento de base (km ² /emplazamiento), para la carga de tráfico mínima en el modelo de despliegue del servicio de datos únicamente? La carga de tráfico mínima corresponde al caso de penetración mínima descrito en el Anexo 2.
A1.3.2	Para entorno de prueba de satélite únicamente.
A1.3.2.1	¿Cuál es la relación C/N_0 requerida para lograr el objetivo de calidad definido en el Anexo 2?
A1.3.2.2	¿Cuál es el método de compensación Doppler y la deriva Doppler residual tras la compensación?
A1.3.2.3	<i>Capacidad:</i> La eficacia espectral de la tecnología de transmisión radioeléctrica tiene que evaluarse suponiendo los modelos de despliegue descritos en el Anexo 2.
A1.3.2.3.1	¿Cuál es la capacidad de información vocal por anchura de banda de RF requerida (bit/s/Hz)?
A1.3.2.3.2	¿Cuál es la capacidad de información vocal más datos por anchura de banda de RF requerida (bit/s/Hz)?
A1.3.2.4	<i>Eficacia en potencia normalizada:</i> La eficacia en potencia de la tecnología de transmisión radioeléctrica tiene que evaluarse suponiendo los modelos de despliegue descritos en el Anexo 2.
A1.3.2.4.1	¿Cuál es la velocidad binaria de información admitida por relación requerida de potencia de portadora/densidad de ruido para la calidad dada del canal en las condiciones de interferencia determinadas para las señales vocales?
A1.3.2.4.2	¿Cuál es la velocidad binaria de información admitida por relación requerida de potencia de portadora/densidad de ruido para la calidad dada del canal en las condiciones de interferencia indicadas para señales vocales más datos?
A1.3.3	<i>Velocidad binaria de usuario máxima (para datos):</i> Especifíquese la velocidad binaria de usuario máxima (kbit/s) disponible en los modelos de despliegue descritos en el Anexo 2.
A1.3.4	¿Cuál es el alcance máximo, en metros, entre un terminal de usuario y una EB (antes de la transferencia, retransmisión, etc.) en las condiciones nominales de carga de tráfico y degradaciones del enlace definidas en el Anexo 2?
A1.3.5	Describese la capacidad de utilización de repetidores.
A1.3.6	<i>Sistemas de antena:</i> Descríbanse plenamente los sistemas de antena que pueden y/o han de utilizarse; caracterícese su repercusión en la calidad de los sistemas (únicamente terrenales); por ejemplo, si la RTT tiene capacidad para utilizar: <ul style="list-style-type: none"> – Antenas distantes: describese si pueden utilizarse, y cómo, sistemas de antena distantes para ampliar la cobertura a zonas de poca densidad de tráfico. – Antenas distribuidas: describese si se utilizan, y cómo, diseños de antena distribuida y en qué entornos de prueba IMT-2000. – Antenas inteligentes (por ejemplo, de haz conmutado, adaptables, etc.): describese la forma en que pueden utilizarse las antenas inteligentes y su repercusión en la calidad del sistema. – Otros sistemas de antena.
A1.3.7	Retardo (para señales vocales).
A1.3.7.1	¿Cuál es el retardo de procesamiento de la transmisión radioeléctrica debido al proceso general de codificación del canal, entrelazado binario, disposición en trama, etc., sin incluir la codificación en la fuente? Este valor se da en términos de retardo del transmisor a partir de la entrada del codificador de canal a la antena más el retardo del receptor desde la antena a la salida del decodificador de canal. Indíquese esta información para cada servicio prestado. Además, se precisa una descripción detallada de la forma en que se calcula este parámetro para el enlace ascendente y el descendente.
A1.3.7.2	¿Cuál es el retardo total estimado de ida y vuelta (ms) incluyendo el retardo de procesamiento, el de propagación (terrenal únicamente) y el retardo del vocoder? Indíquese el retardo estimado asociado con cada uno de los atributos clave que se describen en la Fig. 6 y que constituyen el retardo total.
A1.3.7.3	¿Requiere la RTT propuesta un control del eco?

A1.3.8	<p>¿Cuál es la MOS del códec propuesto para los entornos de prueba pertinentes del Anexo 2? Especificíse la MOS absoluta y la relativa respecto a la MOS de la UIT-T G.711 (MIC de 64 k) y la UIT-T G.726 (MICDA de 32 k).</p> <p>NOTA 1 – Si es indispensable contar con un algoritmo de codificación vocal especial para la RTT propuesta, debe indicarse con detalle los aspectos de calidad del códec tales como el nivel MOS (véase el § A.1.2.19).</p>
A1.3.9	Descripción de la capacidad para mantener la calidad en determinadas condiciones extremas.
A1.3.9.1	<i>Sobrecarga del sistema (terrenal únicamente)</i> : Caracterícese el comportamiento y la calidad del sistema en tales condiciones para cada servicio de prueba indicado en el Anexo 2, incluyendo la posible repercusión en las células adyacentes. Descríbase el efecto en la calidad del sistema, en términos de grado de bloqueo del servicio para los casos en que la carga en una célula particular sea el 125%, 150%, 175% y 200% de la carga total. Descríbase también el efecto del bloqueo en las células inmediatamente adyacentes. Debe considerarse en este caso el servicio vocal. La carga total significa una carga de tráfico que se traduce en un 1% de bloqueo de llamadas manteniendo la BER de 1×10^{-3} .
A1.3.9.2	<i>Fallos del equipo</i> : Caracterícese el comportamiento y la calidad del sistema en tales condiciones. Inclúyanse explicaciones detalladas de todo cálculo.
A1.3.9.3	<i>Inmunidad a la interferencia</i> : Caracterícese la inmunidad del sistema o los mecanismos de protección contra la interferencia. ¿Cuál es el método de detección de la interferencia? ¿Cuál es el método para evitar la interferencia?
A1.3.10	Caracterícese la adaptabilidad de la RTT propuesta a peticiones distintas y/o variables en el tiempo (por ejemplo, propagación, tráfico, etc.) no consideradas en los atributos mencionados en el § A.1.3.
A1.4	Restricciones del diseño tecnológico
A1.4.1	<i>Estabilidad de frecuencia</i> : Indíquense los requisitos de estabilidad de la frecuencia de transmisión (no la estabilidad del oscilador) para la portadora (incluyendo los requisitos de estabilidad de frecuencia a largo plazo -1 año- (ppm)).
A1.4.1.1	Para la transmisión de la estación de base (únicamente componente terrenal).
A1.4.1.2	Para la transmisión de la estación móvil.
A1.4.2	<i>Emisiones fuera de banda y no esenciales</i> : Especificíquense los niveles previstos de las emisiones de la estación de base de satélite y del transmisor móvil fuera del canal de funcionamiento, en función de la separación de frecuencia.
A1.4.3	<p><i>Requisitos de sincronismo</i>: Descríbanse los requisitos de temporización de la RTT por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ¿Es precisa la sincronización EB a EB o de estación terrena terrestre (LES) del satélite a LES? Añádase información precisa sobre el tipo de sincronismo, es decir, ya sea sincronismo de la frecuencia portadora, reloj binario o dispersión de código o trama, y su exactitud. – ¿Se requiere el sincronismo entre la EB y la red? (terrenal únicamente). – Indíquese la precisión de la frecuencia a corto plazo y de la temporización de la señal de transmisión de la EB (o la LES). – Indíquese la fuente de referencia externa del sistema y la precisión requerida, si se utiliza en la EB (o en la LES) (por ejemplo: obtenida a partir de una red alámbrica, o receptor GPS). – Indíquese la precisión de la frecuencia y del reloj de referencia de temporización de la EM en funcionamiento libre. – Indíquese el requisito de alineación temporal binaria de EB a EB a lo largo de un periodo de 24 h (μs).
A1.4.4	<p><i>Fluctuación de fase de la temporización</i>: Para la EB (o la LES) y la EM, indíquese:</p> <ul style="list-style-type: none"> – la fluctuación de fase máxima de la señal de transmisión, – la fluctuación de fase máxima tolerada de la señal recibida. <p>La fluctuación de fase de temporización se define como el valor r.m.s. de la varianza temporal normalizada por la duración del símbolo.</p>
A1.4.5	<i>Sintetizador de frecuencia</i> : ¿Cuáles son los valores requeridos del escalón, la velocidad de conmutación y la gama de frecuencias del sintetizador de las EM?
A1.4.6	¿Requiere el sistema propuesto disponer de capacidades de la red fija de las que no se suele disponer hoy en día?
A1.4.6.1	Descríbanse los requisitos especiales de las redes fijas para el procedimiento de traspaso. Indíquese con detalle el procedimiento de traspaso que debe emplearse en la RTT propuesta.
A1.4.7	Transparencia de la red fija.
A1.4.7.1	¿Qué servicio o servicios del grupo normalizado de servicios portadores RDSI puede pasar la RTT propuesta a los usuarios sin modificación de la red fija?
A1.4.8	Caracterícese toda capacidad de control de recursos radioeléctricos que exista para la itinerancia entre un entorno de funcionamiento IMT-2000 privado (por ejemplo, grupo cerrado de usuario) y uno público.

A1.4.9	Describese la tara de señalización fija estimada (por ejemplo, canal de control de radiodifusión, mensajería de control de potencia). Indíquese esta información en porcentaje del espectro utilizado para la señalización fija. Inclúyase una explicación detallada de los cálculos.
A1.4.10	Caracterícense los requisitos del transmisor en cuanto a linealidad y banda ancha para la EB y la EM (terrenal únicamente).
A1.4.11	¿Se requieren receptores lineales? Caracterícense los requisitos de linealidad de los receptores para la EB y la EM (terrenal únicamente).
A1.4.12	Especifíquese la gama dinámica requerida del receptor (terrenal únicamente).
A1.4.13	<p>¿Cuáles son las estimaciones de procesamiento de la señal para la unidad móvil y la EB?</p> <ul style="list-style-type: none"> – valor MOPS (millones de operaciones por segundo) de partes procesadas por el procesamiento de la señal digital (DSP), – cómputos de puertas, excluyendo el DSP, – requisitos de tamaño de ROM para el DSP y cómputos de puertas (kbytes), – requisitos de tamaño de RAM para el DSP y cómputos de puertas (kbytes), <p>NOTA 1 – Como mínimo, la evaluación debe examinar las estimaciones de procesamiento de la señal (MOPS, requisitos de memoria, cómputos de puertas) necesarias para la demodulación, igualación, codificación del canal, corrección de errores, procesamiento de diversidad (incluyendo los receptores Rake), procesamiento de agrupación de antenas adaptables, modulación, convertidores A-D y D-A y multiplexación, así como parte del filtrado de la secuencia intermedia y de banda de base. Para las nuevas tecnologías puede haber requisitos adicionales o alternativos (tales como los de FFT, etc.).</p> <p>NOTA 2 – Las estimaciones del procesamiento de la señal deben indicarse con las condiciones estimadas, tales como servicios supuestos, velocidades binarias de usuario, etc.</p>
A1.4.14	<i>Llamadas abandonadas:</i> Describese cómo trata la RTT las llamadas abandonadas. ¿Utiliza la RTT propuesta un procedimiento transparente de reconexión – esto es, el mismo utilizado para el traspaso?
A1.4.15	<p><i>Caracterícense los requisitos de planificación de frecuencias:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Dada la relación C/I requerida y las tecnologías propuestas, especifíquese el esquema de reutilización de células-frecuencia (por ejemplo, 3 células, 7 células, etc.) y, para los sistemas terrenales, los esquemas de sectorización supuestos. – Caracterícense la gestión de frecuencias entre las distintas capas de células. – ¿Utiliza la RTT un plan de entrelazado de frecuencias? – ¿Hay canales de frecuencia con requisitos de planificación particulares? – Otros requisitos de interés. <p>NOTA 1 – La utilización del segundo canal adyacente en lugar del canal adyacente en una agrupación de células vecina se denomina «planificación de frecuencias entrelazadas». Si se va a utilizar un plan de entrelazado de frecuencias, el proponente debe indicarlo en el § A1.2.4 y completar el § A1.2.15 con la relación de protección para el canal adyacente y el segundo canal adyacente.</p>
A1.4.16	Describese la capacidad de la RTT propuesta para facilitar la evolución hacia él de las actuales tecnologías de transmisión radioeléctrica utilizadas en los sistemas de telecomunicaciones móviles. Detállense toda repercusión y limitación de dicha evolución.
A1.4.17	¿Hay algún requisito especial para la implementación del emplazamiento de base? ¿Hay alguna característica que simplifique la implementación de los emplazamientos de base? (terrenales únicamente).
A1.5	<p>Información requerida para el balance del enlace terrenal</p> <p>Los proponentes deben cumplimentar el formulario del balance del enlace del Cuadro 6 y responder a las preguntas siguientes.</p>
A1.5.1	¿Cuál es el factor de ruido de la EB (dB)?
A1.5.2	¿Cuál es el factor de ruido de la EM (dB)?
A1.5.3	¿Cuál es la ganancia de antena de la EB (dBi)?
A1.5.4	¿Cuál es la ganancia de antena de la EM (dBi)?
A1.5.5	¿Cuáles son las pérdidas del cable del conector y del combinador (dB)?
A1.5.6	¿Cuál es el número de canales de tráfico por portadora de RF?
A1.5.7	¿Cuál es el punto de funcionamiento (BER/FER) de la RTT para la relación E_b/N_0 requerida en el balance del enlace?
A1.5.8	¿Cuál es la relación entre la interferencia intra-sector y la suma de las interferencias intra-sector e inter-sector en una célula (dB)?
A1.5.9	¿Cuál es la relación entre la interferencia de la célula y la interferencia total (dB)?
A1.5.10	¿Cuál es la anchura de banda ocupada (99%) (Hz)?

A1.5.11	¿Cuál es la velocidad de información (dB(Hz))?
A1.6	<i>Configuración del sistema de satélite</i> (aplicable a la componente de satélite únicamente): Los detalles sobre la configuración de este epígrafe no se consideran como variables. Tienen únicamente fines informativos.
A1.6.1	Configuración de la constelación del satélite.
A1.6.1.1	¿GSO, HEO, MEO, LEO o una combinación de ellos?
A1.6.1.2	¿Cuál es la gama de alturas en la que los satélites están en comunicación activa?
A1.6.1.3	¿Cuál es el ángulo de inclinación de la órbita?
A1.6.1.4	¿Cuál es el número de planos orbitales?
A1.6.1.5	¿Cuál es el número de satélites por plano orbital?
A1.6.2	¿Cuál es la configuración de los haces puntuales/esquema de disposición de células?
A1.6.3	¿Cuál es el plan de reutilización de frecuencias entre haces puntuales?
A1.6.4	¿Cuál es la <i>G/T</i> del enlace de servicio del haz del satélite (promedio, mínima)?
A1.6.5	¿Cuál es la p.i.r.e. de saturación del enlace de servicio de cada haz (promedio, mínima) cuando se configura éste en apoyo del «haz de concentración máxima»?
A1.6.6	¿Cuál es la p.i.r.e. de saturación total del enlace de servicio por satélite?
A1.6.7	¿Cuál es la p.i.r.e. del satélite por portadora de RF para la componente de satélite?
A1.6.7.1	¿Cuál es la p.i.r.e. de cresta máxima transmitida por portadora de RF?
A1.6.7.2	¿Cuál es la p.i.r.e. de cresta promedio transmitida por portadora de RF?
A1.6.8	¿Cuál es la información del enlace de conexión?
A1.6.9	¿Cuál es el método de ajuste de la temporización de intervalos (aplicable principalmente al sistema AMDT)?
A1.6.10	¿Cuál es el método de diversidad del satélite, si lo hay?

ANEXO 2

Entornos de prueba y modelos de despliegue

Este Anexo describe los escenarios de referencia (entornos de prueba y modelos de despliegue) y los modelos de propagación necesarios para obtener las cifras de calidad de las posibles RTT terrenales y de satélite aplicables a las IMT-2000. La componente terrenal y de satélite corresponden a las Partes 1 y 2, respectivamente.

PARTE 1

Componente terrenal

1 Entornos de prueba

En este punto se describe el modelo de referencia para cada entorno operativo de prueba. Se pretende que los entornos de prueba abarquen la gama de los entornos operativos de las IMT-2000. Los parámetros necesarios para identificar los modelos de referencia incluyen los entornos de propagación, las condiciones de tráfico, la velocidad de información de usuario para los servicios prototipo de voz y de datos y los criterios de calidad objetivos para cada entorno operativo de prueba.

Los entornos operativos de prueba se consideran un factor básico en el proceso de evaluación de las RTT. Los modelos de referencia se utilizan para estimar aspectos críticos, tales como los relativos al espectro, la cobertura y la eficacia de potencia. Esta estimación se basará en cálculos a nivel de sistema y en simulaciones mediante soporte lógico a nivel de enlace, utilizando modelos de propagación y de tráfico.

Los aspectos críticos de las RTT, tales como los relativos al espectro y a las diversas eficacias de cobertura, no pueden estimarse adecuadamente de forma independiente de los servicios IMT-2000 adecuados. Estos últimos se caracterizan, como mínimo por:

- gamas de velocidades binarias que admiten,
- requisitos en cuanto a la BER,
- requisitos en cuanto a retardo unidireccional,
- factor de actividad,
- modelos de tráfico.

El Cuadro 1 ofrece una lista de las velocidades de datos de prueba a efectos de evaluación.

CUADRO 1
Relación de velocidades de datos de prueba a efectos de evaluación

Entornos de prueba	Estación en interiores	Exterior a interior y peatonal	Vehicular
Servicios de prueba	Velocidades binarias (valores) BER Actividad del canal	Velocidades binarias (valores) BER Actividad del canal	Velocidades binarias (valores) BER Actividad del canal
Portador de datos con poco retardo representativo de las señales vocales ⁽¹⁾	8-16-32 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-3}$ 50%	8-16-32 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-3}$ 50%	8-16-32 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-3}$ 50%
Datos (conmutación de circuitos, poco retardo) ⁽¹⁾	64- 144 -384-512-1 024-2 048 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	64 -144 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	16- 32 -64 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%
Datos (conmutación de circuitos, restricción de retardo prolongado) ⁽¹⁾	64- 144 -384-512-1 024-2 048 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	64 -144 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	16- 32 -64 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%
Datos (paquete) ⁽¹⁾	64- 144 -384-512-1 024-2 048 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ Llegadas de Poisson ⁽²⁾	64 -144 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ Llegadas de Poisson ⁽²⁾	16- 32 -64 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ Llegadas de Poisson ⁽²⁾

⁽¹⁾ Los proponentes deben indicar el retardo unidireccional logrado (excluyendo el retardo de propagación y el retardo de procesamiento de la codificación del canal vocal) para todos los servicios de prueba.

⁽²⁾ Para los servicios de datos por paquetes ha de considerarse un proceso de interacción en la llegada con distribución de Poisson. El tamaño del bloque de paquetes tiene longitud exponencial.

NOTA 1 – Los valores de los retardos de los diversos servicios tienen que obtenerse a partir de los requisitos de servicio (por ejemplo, señales vocales) que pueden variar de un entorno de prueba a otro. Se alienta la coordinación entre las distintas evaluaciones para lograr resultados de evaluación comparables.

En el procedimiento de evaluación de las eficacias en cuanto a cobertura y espectro, los proponentes utilizarán:

- «señales vocales» – una de las velocidades de datos del Cuadro 1;
- datos – en cada servicio, la evaluación de las RTT se efectuará al menos con las dos velocidades de datos del Cuadro 1 siguientes:
 - una velocidad de datos igual al valor propuesto indicado en negritas;
 - la velocidad de datos máxima de la RTT propuesta.

El proponente de una RTT (o RTT) puede indicar la calidad para más de dos velocidades de datos, a fin de mostrar las ventajas de la tecnología propuesta.

1.1 Descripciones de los entornos de prueba

Un factor crucial de los entornos de propagación radioeléctrica móvil es la propagación por trayectos múltiples que da lugar a desvanecimientos y a dispersión temporal en el canal. Las características de los desvanecimientos varían con el entorno de propagación y su repercusión en la calidad de las comunicaciones (es decir, en la característica de errores binarios) depende en gran medida de la velocidad de la estación móvil respecto a la estación de base de servicio. Estos entornos se describen en la Recomendación UIT-R M.1034.

El objetivo de los distintos entornos es poner a prueba las RTT. En lugar de construir modelos de propagación para todos los posibles entornos de explotación IMT-2000, se define un conjunto más pequeño de entornos de prueba que abarca adecuadamente toda la gama de entornos posibles. Por tanto, las descripciones de estos entornos de prueba puede no corresponder con las de los entornos operativos reales.

En este punto se identifica el modelo de propagación para cada entorno operativo de prueba enumerado a continuación. Por razones prácticas, estos entornos de prueba operativos son un subconjunto apropiado de los entornos operativos IMT-2000 descritos en la Recomendación UIT-R M.1034. Mientras que los modelos sencillos sirven para evaluar la calidad de los enlaces radioeléctricos individuales, se necesitan modelos más complejos para evaluar la fiabilidad a nivel de todo el sistema y la conveniencia de las tecnologías específicas. Para las tecnologías de banda estrecha, la dispersión de los retardos temporales puede caracterizarse por un solo valor r.m.s.; para las tecnologías de banda ancha, no obstante, el número, intensidad y retardo temporal relativo de las múltiples componentes de la señal puede resultar importante. Para algunas tecnologías (por ejemplo, las que emplean control de potencia) estos modelos deben incluir el acoplamiento entre los enlaces de propagación cocanal, a fin de lograr la precisión máxima. Además, en algunos casos, debe establecerse un modelo de las variaciones temporales a gran escala (desvanecimientos de enmascaramiento) del entorno.

Los parámetros clave para describir cada modelo de propagación son:

- dispersión de los retardos temporales, su estructura y su variabilidad estadística (por ejemplo, la distribución de probabilidad de la dispersión de los retardos temporales);
- regla de las pérdidas del trayecto geométrico (por ejemplo, R^{-4}) y pérdidas del trayecto en exceso;
- desvanecimiento de enmascaramiento;
- características de los desvanecimientos multitrayecto (por ejemplo, espectro Doppler, distribución de Rice o de Rayleigh) para la envolvente de los canales;
- frecuencia radioeléctrica de explotación.

En el § 1.2 se proponen los modelos estadísticos que generan pérdidas del trayecto y estructuras de retardos temporales para los trayectos de cada entorno de prueba.

Hay que señalar que la de las IMT-2000 será una norma mundial. Por tanto, los modelos propuestos para evaluar las RTT deben considerar una amplia gama de características del entorno, por ejemplo, ciudades grandes y pequeñas, y zonas tropicales, rurales y desérticas.

En los puntos que siguen figura una breve descripción de las condiciones que cabe esperar en los entornos identificados. Los parámetros específicos del canal figuran en las partes adecuadas del § 1.2.

Los sistemas IMT-2000 pueden incluir aplicaciones inalámbricas móviles y fijas. Hay que señalar que, a los efectos de la evaluación, se considera que la situación en el entorno fijo queda incluida en los entornos de prueba móviles. Generalmente, el modelo de canal inalámbrico fijo será menos complejo debido a la falta de movilidad. Como resultado de ello, existe un posible compromiso entre los usuarios fijos y móviles que deben considerarse al evaluar las RTT.

1.1.1 Entorno de prueba de interiores

Este entorno se caracteriza también por pequeñas células y potencias de transmisión reducidas. Las estaciones de base y los usuarios peatonales se sitúan en interiores. En el § 1.2.2 se describe el modelo de respuesta impulsiva del canal y sus parámetros. La regla de pérdidas del trayecto varía debido a la dispersión y la atenuación que producen los muros, suelos y estructuras metálicas tales como mamparas y armarios. Estos objetos producen también efectos de enmascaramiento. Cabe esperar desvanecimientos de enmascaramiento con distribución logarítmico-normal y desviación típica de 12 dB. Los desvanecimientos pasan de una distribución de Rice a una de Rayleigh con desviaciones de frecuencias Doppler que vienen determinadas por las velocidades del paso ordinario.

1.1.2 Entorno de prueba peatonal de exteriores a interiores

Este entorno se caracteriza por pequeñas células y baja potencia de transmisión. Las estaciones de base que tienen antenas de poca altura se sitúan en exteriores. Los usuarios peatonales se sitúan en las calles y en el interior de edificios y residencias. En el § 1.2.2 se describe el modelo de respuesta impulsiva del canal. Conviene usar una regla de pérdidas geométricas del trayecto de tipo R^{-4} , si bien hay que considerar una amplia variación. Si el trayecto es una línea de visibilidad directa en una calle a modo de cañón, por ejemplo, las pérdidas del trayecto siguen una ley de tipo R^{-2} cuando hay despejamiento de la zona de Fresnel. Cuando se determina dicho despejamiento de la zona de Fresnel, conviene usar una ley de pérdidas del trayecto de tipo R^{-4} , si bien puede aparecer una variación hasta R^{-6} debida a los árboles y otras obstrucciones a lo largo del trayecto. Es razonable prever desvanecimientos de enmascaramiento con distribución logarítmico-normal y desviación típica de 10 dB para exteriores y de 12 dB para interiores. Las pérdidas de penetración en edificios tienen un valor medio de 12 dB con una desviación típica de 8 dB. Las tasas de desvanecimiento de Rayleigh y/o de Rice vienen generalmente determinadas por las velocidades del paso ordinario, pero en ocasiones aparecen desvanecimientos más rápidos debidos a las reflexiones de vehículos en movimiento.

1.1.3 Entorno de pruebas vehicular

Este entorno se caracteriza por células mayores y una potencia de transmisión superior. Suponiendo que hay una limitación de espectro, será importante lograr una capacidad superior de la célula. En el § 1.2.2 se describe el modelo de respuesta impulsiva del canal y sus parámetros. Es adecuado utilizar una ley de pérdidas del trayecto geométrica de tipo R^{-4} y desvanecimientos de enmascaramiento con distribución logarítmico-normal y desviación típica de 10 dB en las zonas urbanas y suburbanas. En las zonas rurales con terreno plano, las pérdidas del trayecto son inferiores a las de las zonas urbanas y suburbanas. En las zonas montañosas, si se evita el bloqueo del trayecto eligiendo los emplazamientos de las estaciones de base, pueden considerarse unas pérdidas del trayecto más próximas a R^{-2} . Las tasas de desvanecimiento de Rayleigh vienen determinadas por las velocidades del vehículo. Es apropiado adoptar tasas de desvanecimiento inferiores para aplicaciones que utilicen terminales estacionarios.

1.1.4 Entorno de pruebas mixto

No es suficiente que una RTT muestre un buen comportamiento en uno sólo de los entornos de prueba definidos en este punto. Las RTT deben también manifestar un buen comportamiento en un entorno mixto (véase el § 10 de la Recomendación UIT-R M.1035). Por ejemplo, en una misma zona puede haber un «entorno de pruebas vehicular» (macrocélulas) y un «entorno de prueba de exteriores a interiores» (microcélulas). En esta zona, los terminales de movimiento rápido (vehículos) estarán probablemente conectados a macrocélulas para reducir la tasa de trasposos (número de trasposos por minuto) y los terminales de movimiento lento (peatones) estarán conectados a microcélulas para lograr una gran capacidad.

1.2 Modelos de propagación

En los puntos siguientes se indican los modelos de pérdida del trayecto y de respuesta impulsiva del canal correspondientes a la componente terrenal.

Para los entornos terrenales, los efectos de la propagación se dividen conforme a tres tipos distintos de modelo, según se refieran a pérdidas del trayecto, variación lenta del valor medio debida al apantallamiento y la dispersión y variación rápida de la señal debida a los efectos multitrayecto. Se dan ecuaciones para las pérdidas medias del trayecto en cada uno de los tres entornos terrenales. Se considera que la variación lenta responde a una distribución logarítmico-normal que se describe por la desviación típica (indicada en el punto que trata sobre el modelo de despliegue).

Por último, la variación rápida se caracteriza por la respuesta impulsiva del canal. Para esta respuesta impulsiva se establece un modelo de línea de retardo con tomas. Las características de la variabilidad de la toma vienen determinadas por el efecto Doppler. En el Apéndice 1 figura un análisis detallado de los modelos de propagación.

1.2.1 Modelos de pérdidas del trayecto

En este punto se formulan ecuaciones de las pérdidas medias del trayecto en función de la distancia para cada uno de los entornos terrenales, excepto el entorno de prueba de células mixtas. Se considera que la variación lenta tiene una distribución logarítmico-normal que se describe por la desviación típica (dB) y la longitud de descorrelación de este desvanecimiento a largo plazo para el entorno de pruebas vehicular.

1.2.1.1 Modelo de pérdidas del trayecto para el entorno de pruebas de interiores

El modelo de pérdidas del trayecto en interiores se expresa (dB) mediante la ecuación simplificada que se señala a continuación, la cual se obtiene a partir del modelo de interiores COST 231 del Apéndice 1. Este incremento reducido de las pérdidas de trayecto en función de la distancia constituye un caso más desfavorable desde el punto de vista de la interferencia:

$$L = 37 + 30 \log_{10} R + 18,3 n \left(\frac{n+2}{n+1} - 0,46 \right)$$

siendo:

R : separación entre el transmisor y el receptor (m)

n : número de pisos en el trayecto.

NOTA 1 – L no será en ningún caso inferior a las pérdidas del espacio libre. Cabe esperar un desvanecimiento de enmascaramiento con distribución logarítmico-normal y desviación típica de 12 dB.

1.2.1.2 Modelo de pérdidas del trayecto para el paso de exteriores a interiores y peatonal

Para el entorno de pruebas de paso de exteriores a interiores y peatonal debe utilizarse el modelo indicado a continuación.

$$L = 40 \log_{10} R + 30 \log_{10} f + 49$$

siendo:

R : separación entre la estación de base y la estación móvil (km)

f : frecuencia portadora de 2 000 (MHz), para la aplicación en la banda de las IMT-2000.

NOTA 1 – L no será en ningún caso inferior a las pérdidas en el espacio libre. Este modelo es válido únicamente para el caso de no visibilidad directa (NLOS) y se refiere a un caso más desfavorable de propagación. Se supone un desvanecimiento de enmascaramiento logarítmico-normal con una desviación típica de 10 dB para los usuarios exteriores y de 12 dB para los interiores. El valor medio de las pérdidas de penetración en edificios es de 12 dB con una desviación típica de 8 dB.

1.2.1.3 Modelo de pérdidas del trayecto para el entorno de pruebas vehicular

Este modelo, basado en el mismo formato general del § 1.2.1.2, es aplicable a los escenarios de prueba de zonas urbanas y suburbanas situadas fuera del núcleo de edificios altos en el que las construcciones tienen una altura casi uniforme.

$$L = 40 (1 - 4 \times 10^{-3} \Delta h_b) \log_{10} R - 18 \log_{10} \Delta h_b + 21 \log_{10} f + 80 \quad \text{dB}$$

siendo:

R : separación entre la estación de base y la estación móvil (km)

f : frecuencia portadora de 2 000 MHz

Δh_b : altura de la antena de la estación de base (m) medida a partir del nivel medio de los tejados.

Para evaluar cuantitativamente cada RTT, se fija la antena de la estación de base en 15 m por encima de la altura media de los tejados ($\Delta h_b = 15$ m). Cada proponente tiene opción de especificar una altura de antena de estación de base alternativa a fin de optimizar la cobertura y la eficacia espectral de su propuesta.

NOTA 1 – L no será en ningún caso inferior a las pérdidas en el espacio libre. Este modelo es válido únicamente para el caso NLOS y se refiere a un caso más desfavorable de propagación. Se supone un desvanecimiento de enmascaramiento logarítmico-normal con desviación típica de 10 dB en las zonas urbanas y suburbanas.

NOTA 2 – El modelo de pérdidas del trayecto es válido para una gama de Δh_b entre 0 y 50 m.

1.2.1.4 Longitud de descorrelación de los desvanecimientos de larga duración

El desvanecimiento de larga duración (logarítmico-normal) en la escala logarítmica alrededor de las pérdidas medias del trayecto, L (dB) se caracteriza por una distribución gaussiana cuya media y desviación típica son cero. Los valores adyacentes de los desvanecimientos guardan correlación debido a la lentitud del proceso de desvanecimiento en función de la distancia, Δx . Su función normalizada de autocorrelación $R(\Delta x)$ puede describirse con precisión suficiente mediante una función exponencial (GUDMUNDSON, M. [7 de noviembre de 1991] Correlation model for shadow fading in mobile radio systems. *Electron. Lett.*, Vol. 27, **23**, 2145-2146):

$$R(\Delta x) = e^{-\frac{|\Delta x|}{d_{cor}} \ln 2}$$

siendo la longitud de correlación, d_{cor} , dependiente del entorno. Este concepto puede aplicarse en el entorno de pruebas vehicular con una longitud de descorrelación de 20 m.

1.2.2 Modelo de respuesta impulsiva del canal

Para cada entorno de pruebas terrenal, se da un modelo de respuesta impulsiva del canal basado en el modelo de línea de retardo con tomas. Dicho modelo se caracteriza por el número de tomas, el retardo temporal en relación a la primera toma, la potencia media respecto a la toma más intensa y el espectro Doppler de cada toma. La mayor parte del tiempo, las dispersiones r.m.s. del retardo son relativamente pequeñas, pero ocasionalmente se producen características multitrayecto de «peor caso» que da lugar a dispersiones r.m.s. muy superiores de los retardos. Las mediciones efectuadas en entornos exteriores muestran que la dispersión r.m.s. del retardo puede variar en un orden de magnitud, para un mismo entorno. Aunque las dispersiones del retardo grandes se producen relativamente con poca frecuencia, pueden tener una repercusión importante en la calidad del sistema. A fin de evaluar de forma precisa la calidad relativa de las RTT propuestas, conviene establecer un modelo de la variabilidad de las dispersiones de los retardos, así como de los emplazamientos de «peor caso» en los que la dispersión de los retardos es relativamente grande.

Como no puede representarse esta variabilidad de la dispersión de los retardos utilizando una sola línea de retardo con tomas, se definen hasta dos canales multitrayecto para cada entorno de prueba. En un entorno de pruebas, el Canal A corresponde al caso de dispersión de los retardos reducida que se produce frecuentemente y el Canal B al caso de dispersión mediana de los retardos que también se produce frecuentemente. Cabe esperar que se produzca cada uno de estos dos canales durante un cierto porcentaje del tiempo en un entorno de pruebas determinado. El Cuadro 2 indica los porcentajes de tiempo en que el canal particular puede producirse con la dispersión r.m.s. media de los retardos correspondiente del Canal A y del Canal B para cada entorno de pruebas terrenal.

CUADRO 2

Parámetros del modelo de respuesta impulsiva del canal

Entorno de prueba	Canal A		Canal B	
	r.m.s. (ns)	P (%)	r.m.s. (ns)	P (%)
Interiores	35	50	100	45
Paso de exteriores a interiores y peatonal	45	40	750	55
Vehicular – Antena alta	370	40	4 000	55

Los Cuadros 3 a 5 describen los parámetros de la línea de retardo con tomas para cada uno de los entornos de prueba terrenales. A cada toma de los canales le corresponden tres parámetros: el retardo temporal en relación a la primera toma, la potencia media relativa a la toma más intensa y el espectro Doppler para cada toma. Se permite una pequeña variación de $\pm 3\%$ del retardo temporal relativo, de forma que puede adaptarse la velocidad de muestreo del canal a un múltiplo de la velocidad de muestreo de simulación del enlace.

CUADRO 3

Parámetros de la línea de retardo con tomas para el entorno de pruebas de interiores

Toma	Canal A		Canal B		Espectro de potencia
	Retardo relativo (ns)	Potencia media (dB)	Retardo relativo (ns)	Potencia media (dB)	
1	0	0	0	0	Plano
2	50	-3,0	100	-3,6	Plano
3	110	-10,0	200	-7,2	Plano
4	170	-18,0	300	-10,8	Plano
5	290	-26,0	500	-18,0	Plano
6	310	-32,0	700	-25,2	Plano

CUADRO 4

Parámetros de la línea de retardo con tomas para el entorno de pruebas de exteriores a interiores y peatonal

Toma	Canal A		Canal B		Espectro de potencia
	Retardo relativo (ns)	Potencia media (dB)	Retardo relativo (ns)	Potencia media (dB)	
1	0	0	0	0	Clásico
2	110	-9,7	200	-0,9	Clásico
3	190	-19,2	800	-4,9	Clásico
4	410	-22,8	1 200	-8,0	Clásico
5	-	-	2 300	-7,8	Clásico
6	-	-	3 700	-23,9	Clásico

CUADRO 5

Parámetros de la línea de retardo con tomas para el entorno de pruebas vehicular con antena alta

Toma	Canal A		Canal B		Espectro de potencia
	Retardo relativo (ns)	Potencia media (dB)	Retardo relativo (ns)	Potencia media (dB)	
1	0	0,0	0	-2,5	Clásico
2	310	-1,0	300	0	Clásico
3	710	-9,0	8 900	-12,8	Clásico
4	1 090	-10,0	12 900	-10,0	Clásico
5	1 730	-15,0	17 100	-25,2	Clásico
6	2 510	-20,0	20 000	-16,0	Clásico

1.3 Cuadro del balance del enlace y modelos de despliegue

En los puntos siguientes se propone un cuadro del balance del enlace y unos modelos de despliegue que deben utilizarse para la evaluación de cada uno de los entornos de prueba terrenales. El proponente debe utilizar el balance del enlace correspondiente a los Canales A y B del modelo de respuesta impulsiva del canal. Para los cálculos de la cobertura y de la eficacia espectral hay que suponer el caso más desfavorable de los Canales A y B.

En el caso de las RTT terrenales se utilizan los modelos de despliegue para obtener los parámetros críticos tales como los de eficacia de cobertura y de espectro. También ofrece una idea general del volumen de infraestructura necesario para la prestación del servicio en las zonas en las que se despliega el modelo especificado.

La eficacia espectral se define como el número de E/MHz y por célula para las señales vocales, y de Mbit/s por célula para los datos. La eficacia espectral se calcula para los niveles superiores de tráfico ofrecido y para la atribución de espectro específica. La eficacia espectral depende de la atribución de anchura de banda de frecuencias y no es graduable linealmente entre las distintas atribuciones de anchura de banda. A los efectos de evaluación, se supone una anchura de banda dúplex de 30 MHz que se divide entre el enlace directo e inverso, según requiera la implementación de la RTT. El proponente de la RTT debe dar una indicación de la banda de guarda necesaria entre operadores que utilicen la misma RTT.

La eficacia de cobertura se define como el número total de emplazamientos de célula por kilómetro cuadrado necesarios para satisfacer los requisitos de cobertura especificados de cada entorno de prueba. La eficacia de cobertura debe calcularse para niveles de tráfico reducido (como se especifica en los cuadros de despliegue), pues el sistema estará con toda probabilidad limitado en interferencia para cargas de tráfico elevadas.

El Cuadro 6 representa un balance del enlace para la RTT terrenal. Se ha de completar el balance del enlace para cada entorno de prueba y cada caso de prueba de servicio del Cuadro 1. Las simulaciones a nivel de enlace basadas en el Canal B de los modelos de respuesta impulsiva se utilizan para determinar la relación $E_b/(N_0 + I_0)$ requerida y a partir de ahí, la relación C/I requerida de su RTT con la que se cumplen los criterios de calidad del Cuadro 1. A continuación se utilizan las fórmulas de las pérdidas del trayecto para determinar el alcance máximo y la zona de cobertura. En el caso de despliegue hexagonal de células sectorizadas, la zona cubierta por un sector se define mediante la fórmula $S = R^2 \cdot \sqrt{3/4}$, en la que R es el alcance obtenido en el balance del enlace. Esto significa que los sectores son hexagonales y que las estaciones de base se sitúan en los ángulos de los hexágonos.

El proponente determinará una estructura para cumplir los objetivos de servicio y los requisitos de cobertura del despliegue. El cálculo de la eficacia de cobertura se efectúa sobre la base del despliegue propuesto para los niveles dados de tráfico reducido.

En el esquema del balance del enlace se fijan unos parámetros independientes de la implementación (ii) a fin de evitar divergencias no relacionadas directamente con las diferencias de tecnologías radioeléctricas. Los proponentes deben dar valores de eficacia de cobertura utilizando estos valores ii fijos.

Para cada entorno de prueba terrenal hay un escenario de despliegue específico que contendrá información sobre los requisitos del mercado, incluyendo el grado de servicio, el nivel de tráfico, los requisitos de cobertura y la penetración de abonados. También deben indicarse para cada escenario de despliegue los parámetros físicos de dicho entorno que incluyen zona de cobertura, densidad de población y velocidad del terminal móvil (a los efectos de la frecuencia Doppler).

Junto con el balance del enlace de cada entorno de prueba terrenal se ha de cumplimentar una matriz de resultados del modelo de despliegue para cada tráfico especificado. La matriz de resultados es la del Cuadro 11. Las simulaciones utilizadas al cumplimentar el balance del enlace se necesitan para cumplimentar el modelo de cada entorno de prueba. Los proponentes de sistemas deben utilizar únicamente los modelos de propagación que figuran en el § 1.2.

Al cumplimentar los modelos de despliegue, los proponentes supondrán una frecuencia central de 2,0 GHz.

1.3.1 Cuadro del balance del enlace terrenal

Para cada entorno de despliegue y cada caso de prueba de servicio debe cumplimentarse un cuadro del balance del enlace correspondiente a los enlaces directo e inverso. En el caso de entorno mixto, ha de cumplimentarse el cuadro del balance del enlace para los entornos de prueba peatonal y vehicular. Los puntos del balance del enlace que son dependientes o independientes de la realización se indican mediante los signos id e ii. No ha de considerarse el cuadro del balance del enlace como una herramienta de planificación, pues le faltan partes fundamentales tales como las pérdidas que introduce el cuerpo humano, las pérdidas de penetración en vehículos, etc. Para facilitar la comparación de resultados, se fijan previamente parámetros independientes de la RTT.

CUADRO 6

Cuadro del balance del enlace

id/ii	Elemento	Enlace directo	Enlace inverso
	Entorno de prueba		
	Servicio de prueba		
	Clase de canal multitrayecto	A, B	A, B
ii/id	(a0) Potencia media del transmisor por canal de tráfico (Nota 1)	dBm	dBm
id	(a1) Potencia máxima del transmisor por canal de tráfico	dBm	dBm
id	(a2) Potencia máxima total del transmisor	dBm	dBm
ii	(b) Pérdidas del cable, del conector y del combinador (enumerar las fuentes)	2 dB	0 dB
ii	(c) Ganancia de la antena del transmisor	Vehicular: 13 dBi Peatonal: 10 dBi Interiores: 2 dBi	0 dBi
id	(d1) p.i.r.e. del transmisor por canal del tráfico = a1 – b + c	dBm	dBm
id	(d2) p.i.r.e. del transmisor = (a2 – b + c)	dBm	dBm
ii	(e) Ganancia de la antena del receptor	0 dBi	Vehicular: 13 dBi Peatonal: 10 dBi Interiores: 2 dBi
ii	(f) Pérdidas del cable y del conector	0 dB	2 dB
ii	(g) Factor de ruido del receptor	5 dB	5 dB
ii	(h) Densidad de ruido térmico (H) (unidades lineales)	-174 dBm/Hz $3,98 \times 10^{-18}$ mW/Hz	-174 dBm/Hz $3,98 \times 10^{-18}$ mW/Hz
id	(i) Densidad de interferencia en el receptor (Nota 2) (I) (unidades lineales)	dBm/Hz mW/Hz	dBm/Hz mW/Hz
id	(j) Densidad de ruido total efectivo más interferencia = $10 \log (10^{(g+h)/10} + I)$	dBm/Hz	dBm/Hz
ii	(k) Velocidad de información ($10 \log R_b$)	dB(Hz)	dB(Hz)
id	(l) Relación $E_b/(N_0 + I_0)$ requerida	dB	dB
id	(m) Sensibilidad del receptor = (j + k + l)		
id	(n) Ganancia de traspaso	dB	dB
id	(o) Ganancia de diversidad explícita	dB	dB
id	(o') Otras ganancias	dB	dB
id	(p) Margen de desvanecimiento logarítmico-normal	dB	dB
id	(q) Pérdidas máximas del trayecto = {d1 – m + (e – f) + o + n + o' – p}	dB	dB
id	(r) Alcance máximo	m	m

Notas relativas al Cuadro 6:

NOTA 1 – Los proponentes deben indicar los valores de la eficacia de cobertura y espectral utilizando la potencia media del transmisor propuesta por canal de tráfico indicada a continuación. No obstante, se deben indicar valores adicionales basados en una potencia optimizada del transmisor para su RTT propuesta.

	Enlace directo	Enlace inverso
(a0) Potencia media del transmisor por canal de tráfico	Vehicular: 30 dBm Peatonal: 20 dBm Interiores: 10 dBm	Vehicular: 24 dBm Peatonal: 14 dBm Interiores: 4 dBm

NOTA 2 – Como el significado y el método para calcular este valor variará de una RTT a otra, el proponente debe ofrecer una explicación detallada de su método para calcular este valor y su significado al determinar la capacidad y la cobertura de la RTT. En particular, debe indicar explícitamente la relación de reutilización de frecuencias y la carga de tráfico por sector que ha supuesto al determinar este valor. La interferencia ha de evaluarse al nivel especificado de tráfico reducido que se da para cada entorno de prueba.

Los puntos que siguen ofrecen descripciones de cada uno de los elementos del cuadro del balance del enlace. Las descripciones se aplican a los enlaces directo e inverso, a menos que se indique específicamente lo contrario. Para el enlace directo, la estación de base es el transmisor y la estación móvil el receptor. Para el enlace inverso, la estación móvil es el transmisor y la estación de base el receptor.

(a0) Potencia media del transmisor por canal de tráfico (dBm)

La potencia media del transmisor por canal de tráfico se define como el valor medio de la potencia transmitida total en un ciclo completo de transmisión con la potencia máxima transmitida durante ésta.

(a1) Potencia máxima del transmisor por canal de tráfico (dBm)

La potencia máxima del transmisor por canal de tráfico se define como la potencia total en la salida del transmisor para un solo canal de tráfico. Se define un canal de tráfico como el trayecto de comunicación entre una estación móvil y una estación de base que se utiliza para el tráfico de usuario y de señalización. El término canal de tráfico implica un canal de tráfico directo y un canal de tráfico inverso.

(a2) Potencia máxima total del transmisor (dBm)

La potencia máxima total del transmisor es la potencia agregada máxima de transmisión de todos los canales.

(b) Pérdidas del cable, del conector y del combinador (transmisor) (dB)

Se trata de las pérdidas combinadas de todos los componentes del sistema de transmisión situados entre la salida del transmisor y la entrada de la antena (todas las pérdidas llevan valor positivo (dB)). El valor es fijo en el Cuadro.

(c) Ganancia de la antena del transmisor (dBi)

La ganancia de la antena del transmisor es la ganancia máxima de la antena del transmisor en el plano horizontal (se especifica en dB con relación a un radiador isótropo). El valor es fijo en el Cuadro.

(d1) p.i.r.e. del transmisor por canal de tráfico (dBm)

Se trata de la suma de la salida de potencia del transmisor por canal de tráfico (dBm) las pérdidas del sistema de transmisión (–dB) y la ganancia de la antena del transmisor (dBi) en la dirección de radiación máxima.

(d2) p.i.r.e. del transmisor (dBm)

Es la suma de la potencia total del transmisor (dBm), las pérdidas del sistema de transmisión (–dB) y la ganancia de la antena del transmisor (dBi).

(e) Ganancia de la antena del receptor (dBi)

La ganancia de la antena del receptor es la ganancia máxima de la antena del receptor en el plano horizontal (indicada en dB respecto a un radiador isótropo).

(f) Pérdidas del cable, del conector y del divisor (receptor) (dB)

Son las pérdidas combinadas de todos los componentes del sistema de transmisión, entre la salida de la antena receptora y la entrada del receptor (todas las pérdidas se expresan en dB positivos). El valor es fijo en el Cuadro.

(g) Factor de ruido del receptor (dB)

El factor de ruido del receptor es el factor de ruido del sistema de recepción con referencia a la entrada de receptor. El valor es fijo en el Cuadro.

(h), (H) Densidad de ruido térmico, N_0 (dB(m/Hz))

La densidad de ruido térmico, N_0 , se define como la potencia de ruido por hertzio a la entrada del receptor. Véase que (h) corresponde a unidades logarítmicas y (H) a unidades lineales. El valor es fijo en el Cuadro.

(i), (I) Densidad de interferencia en el receptor, I_0 (dBm/Hz)

La densidad de interferencia en el receptor es la potencia de interferencia por hertzio en el paso de entrada del receptor. Es la potencia de interferencia en la banda dividida por la anchura de banda del sistema. La potencia de interferencia en la banda se compone de la interferencia cocanal y de la interferencia del canal adyacente. Así pues, deben tenerse en cuenta los diagramas espectrales del receptor y del transmisor. Véase que (i) corresponde a unidades logarítmicas e (I) a unidades lineales. La densidad de interferencia en el receptor I_0 , para el enlace directo es la potencia de interferencia por hertzio en el receptor de estación móvil situado en el extremo de la cobertura, en una célula interior.

(j) Densidad del ruido total efectivo más interferencia (dBm/Hz)

La densidad de ruido total efectivo más interferencia (dBm/Hz) es la suma logarítmica de la densidad de ruido del receptor y el factor de ruido del receptor, añadida aritméticamente a la densidad de interferencia del receptor, es decir:

$$j = 10 \log (10^{(g+h)/10} + I)$$

(k) Velocidad de información ($10 \log R_b$) (dB(Hz))

La velocidad de información es la velocidad binaria del canal en (dB(Hz)); la elección de la R_b debe ser congruente con las hipótesis sobre E_b .

(l) Relación $E_b/(N_0 + I_0)$ requerida (dB)

Es la relación entre la energía recibida por bit de información y el ruido efectivo total y la densidad de potencia de interferencia necesaria para satisfacer los objetivos de calidad especificados en el Cuadro 1, con las condiciones del modelo de canal del § 1.2.2. El control de potencia no debe sobrepasar el tope establecido por la suma del margen de desvanecimiento logarítmico-normal más la ganancia de traspaso. Véase que han de especificarse aquí las ganancias de diversidad incluidas en el requisito de la relación $E_b/(N_0 + I_0)$ a fin de evitar un doble cómputo. La transformación de calidad en cuanto a umbral de error a calidad en cuanto a relación $E_b/(N_0 + I_0)$ depende de las condiciones particulares multitrayecto supuestas.

(m) Sensibilidad del receptor (j + k + I) (dBm)

Es el nivel de señal necesario a la entrada del receptor que cumple exactamente el requisito de relación $E_b/(N_0 + I_0)$.

(n) Ganancia/pérdidas de traspaso (dB)

Se trata del factor de ganancia/pérdidas (+ o -) que implica el traspaso para mantener la fiabilidad especificada en el contorno. Se suponen unas pérdidas medias iguales en cada una de las dos células. La ganancia/pérdida de traspaso se calcula para una correlación de enmascaramiento del 50%. Al determinar la ganancia correspondiente el proponente debe indicar explícitamente las otras hipótesis adoptadas en cuanto al traspaso.

(o) Ganancia de diversidad explícita (dB)

Se trata de la ganancia efectiva que se logra utilizando las técnicas de diversidad. Debe suponerse que el coeficiente de correlación es cero entre los trayectos de recepción. Véase que la ganancia de diversidad no debe contarse dos veces. Por ejemplo, si la ganancia de diversidad se incluye en la especificación de $E_b/(N_0 + I_0)$, no debe incluirse aquí.

(o') Otras ganancias (dB)

Puede lograrse una ganancia adicional por la utilización de las tecnologías futuras. Por ejemplo, el acceso múltiple por diversidad espacial (SDMA) puede aportar una ganancia de antena adicional. El proponente debe indicar las hipótesis adoptadas para obtener esta ganancia.

(p) Margen de desvanecimiento logarítmico-normal (dB)

El margen de desvanecimiento logarítmico-normal se define en el contorno de la célula para las células aisladas. Se trata del margen necesario para dar una disponibilidad de cobertura especificada en células individuales.

(q) Pérdidas máximas del trayecto (dB)

Son las pérdidas máximas que permiten una calidad mínima de la RTT en el contorno de la célula:

$$\text{Pérdidas máximas de trayecto} = d1 - m + (e - f) + o + o' + n - p$$

(r) Alcance máximo (km)

Para cada escenario de despliegue se calcula el alcance máximo. Dicho alcance, $R_{m\acute{a}x}$, viene dado por el alcance asociado a las pérdidas máximas del trayecto. Las ecuaciones para determinar las pérdidas del trayecto figuran en el § 1.2.

1.3.2 Modelo de despliegue

En el cálculo de la eficacia espectral, se ha de ajustar el nivel del tráfico ofrecido para alcanzar el grado de servicio y los criterios de cobertura que se definen en los Cuadros 7 a 10. El tráfico ofrecido se calcula con la ecuación:

$$\text{Tráfico ofrecido} = \text{densidad de usuarios} \times (\text{bhca/sub}/3600) \times \text{duración de la llamada}$$

donde:

bhca: tentativa de llamada en hora cargada

sub: abonados.

1.3.2.1 Modelo de despliegue de entorno de prueba de interiores

Este escenario de despliegue describe las condiciones pertinentes para el funcionamiento de un sistema IMT-2000 en un entorno de pruebas de interiores. Los requisitos del servicio de prueba para el entorno de interiores figuran en el Cuadro 1. El Cuadro 7a resume las hipótesis generales sobre los requisitos del mercado.

CUADRO 7a

Requisitos de mercado del modelo de despliegue en interiores

Grado de servicio	Nivel de tráfico (bhca/sub) ⁽¹⁾	Cobertura ⁽²⁾	Penetración de abonados (% de usuarios potenciales)
1% de bloqueo	3 para señales vocales 3 para datos	95%	50 para eficacia espectral 5 para eficacia de cobertura

⁽¹⁾ bhca: tentativa de llamada en hora cargada; por ejemplo, suponiendo una duración de la llamada de 2 min (señales vocales) y 2 min (datos).

⁽²⁾ «A» es la zona geográfica declarada en la que se planifica el servicio. Se requiere el mantenimiento de unas buenas condiciones de funcionamiento (para los receptores) en el X% (95%) de la zona «A» durante el Y% (95%) del tiempo. Se necesita una definición más amplia de «A».

Para este escenario de despliegue en interiores, se especifica a continuación un entorno de oficinas que consiste en un gran edificio de oficinas con disposición de planta principal abierta. Los despachos están separados por mamparas móviles conductoras que crean un amplio grado de variación de la señal tal como representa la desviación típica logarítmico-normal del Cuadro 7a. Los niveles de tráfico van en Erlangs por planta. En este escenario no se considera a los usuarios que están en ascensores o escaleras, aunque en términos realistas habría que considerarlos.

Las hipótesis específicas sobre el entorno de despliegue físico en interiores se resumen en el Cuadro 7b.

CUADRO 7b

Entorno físico del modelo de despliegue en interiores

Superficie por planta (m ²)	Usuarios potenciales por planta	Número de plantas	Desviación típica logarítmico-normal (dB)	Velocidad del móvil (km/h)
10 000	1 000	10	12	3

1.3.2.2 Modelo de despliegue de paso de exteriores a interiores y peatonal

Véase que la descripción del entorno físico incluye los usuarios de interiores y los de exteriores. La cobertura en interiores deben darla las estaciones de base de exteriores, lo que exige dar cabida en el balance del enlace a las pérdidas adicionales debidas a la penetración en edificios. En el Cuadro 1 se enumeran los requisitos del servicio de prueba para el entorno de exteriores a interiores y peatonal.

CUADRO 8a

Requisitos de mercado del modelo de despliegue de exteriores a interiores y peatonal

Grado de servicio	Nivel de tráfico (bhca/sub) ⁽¹⁾	Cobertura ⁽²⁾	Penetración de abonados (% de usuarios potenciales)
1% de bloqueo	1,2 para señales vocales 1,2 para datos	95%	10 para eficacia espectral 0,1 para eficacia de cobertura

⁽¹⁾, ⁽²⁾: Véase el Cuadro 7a.

En el Cuadro 8b se resumen las hipótesis específicas sobre el entorno de despliegue físico en exteriores.

CUADRO 8b

Entorno físico del modelo de despliegue en exteriores

Tipo	Superficie (km ²)	Usuarios potenciales por km ²	Pérdidas/desviación típica (dB) de la penetración en edificios	Desviación típica logarítmico-normal (dB)	Velocidad del móvil (km/h)
Exteriores	40	9 000	No se aplica	10	3
Interiores	25	12 000	12/8	12	3

1.3.2.3 Modelo de despliegue del entorno de vehículos

El Cuadro 1 enumera los requisitos del servicio de prueba para el entorno de vehículos. El Cuadro 9a resume las hipótesis generales sobre los requisitos de mercado. La altura de la antena de la estación de base debe ser superior a la altura media de los tejados de 12 m.

CUADRO 9a

Requisitos de mercado del modelo de despliegue de vehículos

Grado de servicio	Nivel de tráfico (bhca/sub) ⁽¹⁾	Cobertura ⁽²⁾	Penetración de abonados (% de usuarios potenciales)
1% de bloqueo	0,75 para señales vocales 0,75 para datos	95%	10 para eficacia espectral 0,1 para eficacia de cobertura

⁽¹⁾, ⁽²⁾: Véase el Cuadro 7a.

El Cuadro 9b resume las hipótesis específicas sobre el entorno de despliegue físico de vehículos.

CUADRO 9b

Entorno físico del modelo de despliegue de vehículos

Superficie por planta (km ²)	Usuarios potenciales por km ²	Desviación típica logarítmico-normal (dB)	Velocidad del móvil (km/h)
150	3 500	10	120

Además, los proponentes deben facilitar información en cuanto a la forma de tratar las velocidades elevadas hasta de 500 km/h.

1.3.2.4 Modelo de despliegue del entorno de pruebas de células mixtas peatonales y de vehículos

Este escenario de despliegue describe las condiciones pertinentes para el funcionamiento de un sistema IMT-2000 que puedan encontrarse en un entorno de pruebas mixto. El Cuadro 1 enumera los requisitos del servicio de prueba para el entorno de células mixtas. En el Cuadro 10a se resumen las hipótesis generales sobre los requisitos del mercado. En el balance del enlace se utilizan los requisitos del modelo peatonal y de vehículos calculados previamente. Si es necesario, se tendrán en cuenta las interferencias de las células grandes en las células pequeñas y viceversa.

CUADRO 10a

Requisitos de mercado del modelo de despliegue de pruebas mixto

Grado de servicio	Nivel de tráfico (bhca/sub) ⁽¹⁾	Cobertura ⁽²⁾	Penetración de abonados (% de usuarios potenciales)
1% de bloqueo	1 para señales vocales 1 para datos	95%	10 para eficacia espectral 0,1 para eficacia de cobertura

(1), (2): Véase el Cuadro 7a.

El Cuadro 10b resume las hipótesis específicas sobre el entorno de despliegue físico de exteriores y de vehículos:

CUADRO 10b

Entorno físico del modelo de despliegue de pruebas mixto

Tipo de pérdidas del trayecto	Superficie (km ²)	Desviación típica logarítmico-normal (dB)	Velocidad del móvil (km/h)	% de usuarios
Peatonal (exteriores)	4	10	3	60
Vehículos	150	10	120	40

1.3.3 Matriz de resultados del modelo de despliegue

Los resultados del modelo de despliegue del sistema se tabulan de la forma indicada en el Cuadro 11.

CUADRO 11

Matriz de resultados del modelo de despliegue

Hipótesis de entrada				
Entorno de pruebas				
Servicio de pruebas				
Altura de la antena de la estación de base (m)				
Cualquiera otra hipótesis que formule el proponente (por ejemplo, diagrama de antena, sectorización, etc.)				
Resultados del despliegue				
Número total de emplazamientos de células	Número total de canales de RF	Número de canales vocales por canal de RF	Eficacia de cobertura (km ² /emplazamiento)	Eficacia espectral (E/MHz/célula) para señales vocales (Mbit/s/célula) para datos

Componente de satélite

El componente de satélite tiene carácter específico y no puede evaluarse de la misma manera que el componente terrenal. La Recomendación UIT-R M.1167 – Marco para la componente de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000), ofrece detalles sobre este particular.

2.1 Modelos de propagación

La propagación desde el satélite incluye normalmente un componente de visibilidad directa y diversas componentes de propagación multitrayecto de difusión/reflexión, por lo que tiende a presentar una distribución de Rice con velocidades de desvanecimiento que determinan los movimientos del usuario y del satélite; no obstante, se produce un desvanecimiento de Rayleigh cuando el trayecto de visibilidad directa se obstruye. Las dispersiones de los retardos temporales no serán probablemente superiores a algunas decenas o centenas de nanosegundos y los niveles de las componentes retardadas son tan pequeños que puede considerarse al desvanecimiento plano en frecuencia para un canal con una anchura de banda inferior a unos 2 MHz.

Las desviaciones Doppler y las tasas de variación dependen del movimiento relativo entre el usuario y el satélite. La deriva Doppler gruesa de la portadora es función de la velocidad del satélite, mientras que la dispersión Doppler depende del movimiento de la estación móvil.

En las aplicaciones de satélite, debe utilizarse, en general un modelo de desvanecimiento de Rice para evaluar la calidad de la RTT. Además, se deben tener en cuenta los aspectos relativos a la propagación multitrayecto y a las derivas Doppler máximas. Debe incluirse en la simulación del nivel del enlace la deriva Doppler gruesa de la frecuencia portadora debida al movimiento del satélite y a los terminales móviles.

2.1.1 Modelo de banda estrecha

En el caso de banda estrecha, el modelo de Rice se caracteriza por la suma de las componentes del trayecto directo y de las componentes del trayecto múltiple de difusión/reflexión. Cuando la componente del trayecto directo disminuye debido al enmascaramiento, los desvanecimientos pasan a tener una distribución de Rayleigh.

Indicando por $z(t)$ y $w(t)$ la representación compleja paso bajo de la entrada y salida del canal:

$$w(t) = \sqrt{P_0} z(t) + \sqrt{P_1} g_1(t) z(t)$$

siendo:

P_0 : intensidad de la componente directa

P_1 : intensidad de la componente de trayecto múltiple

$g_1(t)$: ponderación del proceso gaussiano complejo de la componente multitrayecto.

La distribución de amplitudes general del canal de Rice se caracteriza por pdf (función de densidad de probabilidad):

$$pdf(a) = 2 \frac{a}{P_1} \cdot e^{-\frac{a^2 + P_0}{P_1}} \cdot I_0\left(\frac{2a\sqrt{P_0}}{P_1}\right)$$

La relación entre c y P_0 y P_1 es la relación de potencias de la señal directa/multitrayecto que se denomina factor de Rice, K , el cual se expresa generalmente (dB) como:

$$K = 10 \log (P_0/P_1) = 10 \log c$$

El espectro Doppler de $g(t)$ se describe en el § 2.1.3 por el caso de Rice.

El caso especial en que $P_0 = 0$, es decir, $K = -\infty$, se denomina canal de desvanecimiento de Rayleigh y su distribución de amplitudes se caracteriza por la expresión:

$$pdf(a) = 2 \frac{a}{P_1} \cdot e^{-\frac{a^2}{P_1}}$$

en la que P_1 es la potencia media recibida. El espectro Doppler de $g(t)$ se describe aquí por el caso clásico del § 2.1.3.

Deben considerarse los valores del factor de Rice del Cuadro 12. Véase que también debe considerarse la atenuación de la componente del trayecto directo debida al enmascaramiento, que se indica en este Cuadro.

CUADRO 12

Factores de Rice para el entorno de satélite

Factor de Rice, K (dB)	Componente del trayecto directo, P_0	Componente multitrayecto, P_1
10	1,0	0,1
7	0,5	0,1
3	0,2	0,1
$-\infty$	0,0	0,1

2.1.2 Modelo de banda ancha

Se proponen modelos de propagación de banda ancha en las células de satélite para la banda de 2 GHz, a fin de representar los distintos entornos:

- rural,
- suburbano,
- urbano,

que se basan en amplias campañas de medición. Estos modelos son típicos para los ángulos de elevación que van de 15° a 55°. Además del fenómeno de banda estrecha, se han de tener en cuenta los ecos debidos a las señales multitrayecto (ecos próximos) que responden a la fórmula:

$$w(t) = \sqrt{P_0} z(t) + \sqrt{P_1} g_1(t) z(t) + \sum_{i=2}^M \sqrt{P_i} g_i(t) z(t - \tau_i)$$

Este modelo corresponde a una línea de retardo con un número fijo M de tomas que tiene un trayecto directo y $M - 1$ ecos cuyos retardos de toma son τ_i y con amplitudes en la toma que varían aleatoriamente en el tiempo. Cada toma se describe por su:

- amplitud variable en el tiempo compleja $\sqrt{P_i} g_i(t)$ con una varianza P_i relativa a la propagación en el espacio libre,
- el retardo τ_i relativo al primer trayecto,
- la distribución de amplitudes de Rayleigh de $\sqrt{P_i} g_i(t)$ (siendo $i > 1$),
- el espectro Doppler.

2.1.3 Descripción del espectro Doppler

En relación con las situaciones LOS y NLOS de la componente directa y de la distribución de amplitudes de Rayleigh de las componentes retardadas, se eligieron dos tipos de espectro Doppler. El espectro de potencia de $g_i(t)$ con $i > 0$ se denomina espectro Doppler y su modelo viene dado por:

- Espectro de densidad de potencia Doppler clásico:

$$G_i(\nu) = G(\nu) = \frac{1}{\pi \cdot \nu_{m\acute{a}x} \sqrt{1 - \left(\frac{\nu - \nu_{sat}}{\nu_{m\acute{a}x}}\right)^2}} \quad \text{para } \nu_{sat} - \nu_{m\acute{a}x} \leq \nu \leq \nu_{sat} + \nu_{m\acute{a}x}$$

$\nu_{m\acute{a}x}$ se relaciona con la velocidad V del terminal móvil:

$$\nu_{m\acute{a}x} = \frac{V}{\lambda}$$

siendo:

- V : velocidad del móvil
- λ : longitud de onda de la frecuencia portadora.

Deben considerarse dos valores de V , 3 km/h para el entorno peatonal y 70 km/h para el entorno de vehículos.

En el entorno de satélite, hay una deriva gruesa, ν_{sat} , de la frecuencia portadora debida al movimiento relativo del satélite respecto a la superficie de la tierra (véase el Apéndice 2) y al terminal móvil. Esta deriva Doppler gruesa de la portadora es función de la velocidad orbital del satélite, $V_{orbital}$, y de su posición relativa al móvil, y λ es la longitud de onda de la frecuencia portadora.

$$\nu_{sat} = \frac{V_{orbital}}{\lambda}$$

La velocidad orbital del satélite es función de la elevación orbital (véase el Apéndice 2). Algunas RTT de satélite pueden compensar la deriva Doppler gruesa. Si el receptor experimenta cualquier tipo de deriva Doppler residual, ésta puede incluirse en la simulación del nivel del enlace.

- Rice: espectro de densidad de potencia Doppler clásico más líneas espectrales discretas:

$$G(\nu) = \frac{1/c}{\pi \cdot \nu_{m\acute{a}x} \sqrt{1 - \left(\frac{\nu - \nu_{sat}}{\nu_{m\acute{a}x}}\right)^2}} + \delta(\nu - \nu_{sat}) \quad \text{para } \nu_{sat} - \nu_{m\acute{a}x} \leq \nu \leq \nu_{sat} + \nu_{m\acute{a}x}$$

2.1.4 Parámetros de los modelos de banda ancha

Los Cuadros 13 a 15 ofrecen los parámetros propuestos para los Canales A, B y C. Estos Canales representan el 10% (Canal A), el 50% (Canal B) y el 90% (Canal C) de los valores de dispersión de los retardos.

Se incluyen los casos LOS y NLOS en dichos Cuadros. Los casos LOS de los modelos de Canal A, B y C corresponden a los casos de factor de Rice de 10, 7 y 3 dB del modelo de banda estrecha, respectivamente, y los casos NLOS corresponden al caso del factor de Rice $-\infty$.

La repercusión de estas tomas adicionales puede ser significativa, dependiendo de la anchura de banda de la RTT y de la relación portadora/ruido.

CUADRO 13

Modelo de Canal A (10% de los valores de dispersión)

Número de toma	Valor relativo del retardo de la toma (ns)	Distribución de amplitudes de la toma	Parámetro de la distribución de amplitudes (dB)	Amplitud promedio respecto a la propagación del espacio libre	Factor de Rice (dB)	Espectro Doppler
1	0	LOS: Rice NLOS: Rayleigh	$10 \log c$ $10 \log P_m$	0,0 -7,3	10 -	Rice Clásico
2	100	Rayleigh	$10 \log P_m$	-23,6	-	Clásico
3	180	Rayleigh	$10 \log P_m$	-28,1	-	Clásico

CUADRO 14

Modelo de Canal B (50% de los valores de dispersión de los retardos)

Número de toma	Valor relativo del retardo de la toma (ns)	Distribución de amplitudes de la toma	Parámetro de la distribución de amplitudes (dB)	Amplitud promedio respecto a la propagación del espacio libre	Factor de Rice (dB)	Espectro Doppler
1	0	LOS: Rice NLOS: Rayleigh	$10 \log c$ $10 \log P_m$	0,0 -9,5	7 -	Rice Clásico
2	100	Rayleigh	$10 \log P_m$	-24,1	-	Clásico
3	250	Rayleigh	$10 \log P_m$	-25,1	-	Clásico

CUADRO 15

Modelo de Canal C
(90% de los valores de dispersión retardo)

Número de toma	Valor relativo del retardo de la toma (ns)	Distribución de amplitudes de la toma	Parámetro de la distribución de amplitudes (dB)	Amplitud promedio respecto a la propagación del espacio libre	Factor de Rice (dB)	Espectro Doppler
1	0	LOS: Rice NLOS: Rayleigh	$10 \log c$ $10 \log P_m$	0,0 -12,1	3 -	Rice Clásico
2	60	Rayleigh	$10 \log P_m$	-17,0	-	Clásico
3	100	Rayleigh	$10 \log P_m$	-18,3	-	Clásico
4	130	Rayleigh	$10 \log P_m$	-19,1	-	Clásico
5	250	Rayleigh	$10 \log P_m$	-22,1	-	Clásico

2.2 Escenarios de prueba de satélite: Balance del enlace y modelo de despliegue

A diferencia del componente terrenal, la potencia del satélite es fundamental, por lo que la eficacia de potencia de la RTT es el parámetro más crítico para el componente de satélite. La eficacia de potencia de la RTT puede definirse como la capacidad de información que se puede transmitir por unidad de potencia requerida del satélite. La potencia requerida del satélite puede normalizarse como la relación de densidad requerida de la potencia de la portadora respecto a la potencia de ruido en la entrada del receptor. Entonces, la eficacia de potencia normalizada puede definirse como la velocidad binaria de información que puede cursarse por unidad de la relación requerida de densidad de potencia de la portadora a la potencia de ruido, que en realidad es igual al valor recíproco de la relación E_b/N_0 requerida para la RTT. La eficacia de espectro también es importante y puede definirse como la velocidad binaria de información que puede cursarse por unidad de anchura de banda de RF requerida.

En el § 2.2.1 figuran modelos del enlace para las RTT de satélite, de donde puede sacarse la eficacia de potencia y espectral en presencia de desvanecimientos e interferencia. Los resultados de la simulación a nivel de enlace o de las mediciones indicarán la relación E_b/N_0 requerida para la calidad determinada del canal, con la interferencia indicada. Los requisitos de calidad con velocidad binaria de información y proporción de bits erróneos figuran en el Cuadro 16 que deben utilizarse para la evaluación. La potencia y la eficacia espectral resultantes deben resumirse en la matriz de resultados de salida para señales vocales únicamente y en la matriz de resultados mixta para señales vocales y datos. En el caso de matriz mixta para señales vocales y datos, debe suponerse una combinación del 80% de señales vocales y 20% de datos.

Como la capacidad global y la cobertura vienen determinadas principalmente por la configuración de la constelación que incluye el tipo y la altitud de la órbita, el número de satélites, la configuración de los haces puntuales, etc., los modelos de despliegue en términos de densidad de usuarios, el nivel de tráfico, etc., no se necesitan para la evaluación de las RTT de satélite.

2.2.1 Modelo del enlace de la RTT de satélite

La Fig. 5a muestra los modelos del enlace de retorno para la evaluación de la calidad de las RTT de satélite y la Fig. 5b los modelos del enlace directo. En ambos casos, las potencias de portadora y de ruido están normalizadas pues se supone que dichos valores a la entrada del receptor (demodulador), y de ahí las pérdidas o ganancia del enlace para la señal deseada, son cero excepto en el caso de pérdidas en exceso debidas al desvanecimiento.

2.2.1.1 Modelo del enlace de retorno

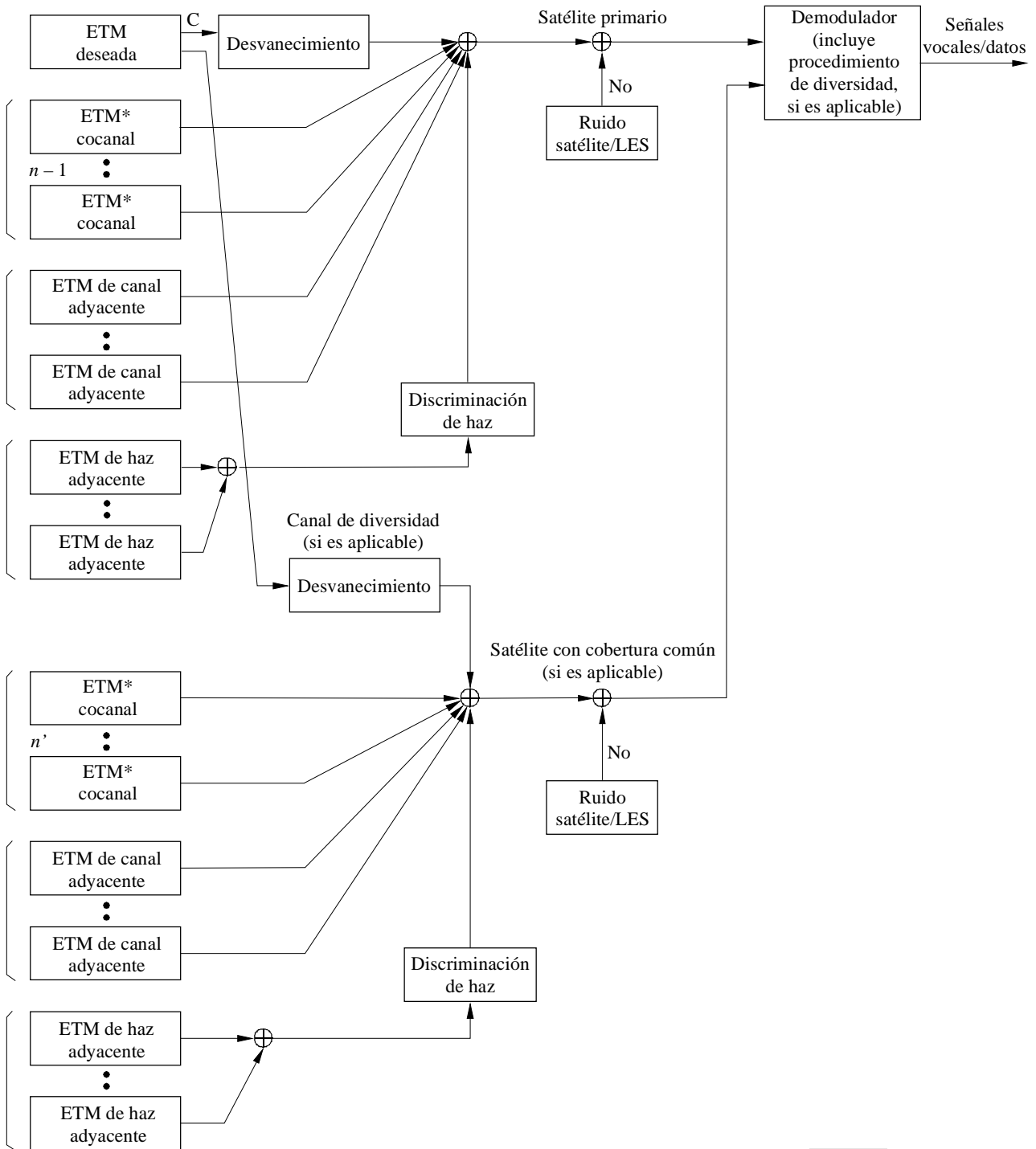
Para el modelo del enlace de retorno de la Fig. 5a, la señal de salida deseada cuya potencia media es C , procedente de la estación terrena móvil (ETM) deseada experimenta en primer lugar un desvanecimiento y una deriva de frecuencia Doppler y a continuación se mezcla en el satélite con las diversas señales interferentes tales como las:

- señales cocanal procedentes de otras ETM que comparten el mismo canal de frecuencias (especialmente, para el caso de AMDC);
- señales de frecuencias adyacentes procedentes de otras ETM que utilizan canales de frecuencia adyacentes;
- señales cocanal procedentes de otras ETM que comparten el mismo canal de frecuencia y que utilizan haces puntuales distintos y cuyos niveles resultan atenuados por la discriminación de la antena del satélite.

Puede suponerse razonablemente que estas señales de interferencia no sufren desvanecimiento. En ese caso, el ruido Gaussiano que tiene una densidad de espectro de potencia N_0 , se añade antes de que la señal se procese en el receptor (demodulador) de la LES.

Si hay una cobertura común de satélites, es posible utilizar la diversidad de forma que la señal procedente de la ETM deseada se transmita también a través de los satélites de cobertura común. Esta señal de diversidad experimenta desvanecimientos y derivas de frecuencia Doppler y a continuación se mezcla con las señales interferentes de forma similar a la de la señal primaria de satélite. A continuación se añade el ruido Gaussiano y ambos se aplican al receptor con procesamiento de diversidad en la LES.

FIGURA 5a
Modelo del enlace de retorno



1225-05A

* En el caso de AMDC.

2.2.1.2 Modelo del enlace directo

Para el modelo del enlace directo de la Fig. 5b, la señal de salida deseada, cuya potencia media es C , procedente del satélite primario se mezcla en primer lugar con las diversas señales interferentes en el satélite, tales como las:

- señales cocanal procedentes de otras ETM que comparten el mismo canal de frecuencias (especialmente, para el caso de AMDC);
- señales de frecuencias adyacentes procedentes de otras ETM que utilizan canales de frecuencia adyacentes;
- señales cocanal procedentes de otras ETM que comparten el mismo canal de frecuencia y que utilizan haces puntuales distintos y cuyos niveles resultan atenuados por la discriminación de la antena del satélite.

A continuación las señales mezcladas experimentan desvanecimientos y derivas de frecuencia Doppler. Acto seguido, se añade el ruido Gaussiano cuya densidad espectral de potencia es N_0 antes del proceso de las señales en el receptor (demodulador) de la ETM.

Si hay una cobertura común de satélites, es posible utilizar la diversidad de forma que la señal procedente de la ETM deseada se transmita también a través de los satélites de cobertura común. Esta señal de diversidad experimenta desvanecimientos y derivas de frecuencia Doppler y a continuación se mezcla con las señales interferentes de forma similar a la de la señal primaria de satélite. Las señales primaria y de cobertura común que incluye la interferencia se mezclan en la ETM y se procesan en el receptor de diversidad de dicha ETM.

2.2.1.3 Interferencia entre haces

En cuanto a la interferencia procedente de otros haces puntuales que comparten la misma banda de frecuencias, puede ser adecuado adoptar las hipótesis siguientes para los enlaces de retorno y directo:

- AMDT: debe suponerse una reutilización de cuatro frecuencias en la célula y una discriminación del haz medio de 20 dB;
- AMDC: debe suponerse una reutilización plena de frecuencias y una discriminación media del haz de 10 dB.

Por razones de simplicidad, no se tienen en cuenta otras fuentes de ruido y de interferencia.

2.2.1.4 Obtención de la eficacia de potencia y espectral

A continuación, utilizando simulaciones por computador y/o mediciones experimentales basadas en este modelo, el proponente debe obtener el valor mínimo requerido de la relación C/N_0 para lograr el objetivo de calidad en términos de proporción de errores en la trama y/o binarios en las condiciones designadas de plena carga. Para el enlace de retorno, al determinar la interferencia del canal adyacente y la calidad del demodulador debe tenerse en cuenta el efecto de no linealidad del amplificador de gran potencia de las ETM.

En el caso de AMDT, si la portadora vale para n canales de usuario con información vocal o de datos de b bit/s, la eficacia de potencia puede obtenerse de la fórmula:

$$\text{Eficacia de potencia} = n \times b / (C/N_0) = 1 / (E_b/N_0)$$

y la eficacia espectral puede obtenerse de la expresión:

$$\text{Eficacia espectral} = r n b / B$$

siendo B la anchura de banda de RF requerida para que la portadora incluya la mitad de las bandas de guarda a ambos lados entre los canales de frecuencia adyacentes, y r el factor de reutilización de frecuencias entre haces puntuales que se supone con un valor de 0,25 en el caso de AMDT.

De forma similar, si para un enlace de retorno de hasta n ETM en la zona de cobertura de un haz puntual se puede transmitir la señal simultáneamente en el mismo canal de frecuencia que el de la señal de la ETM deseada, o para un enlace directo se pueden transmitir hasta n señales de un haz puntual simultáneamente en el mismo canal de frecuencias, sin dejar de lograr la calidad requerida, puede obtenerse la eficacia de potencia de la expresión:

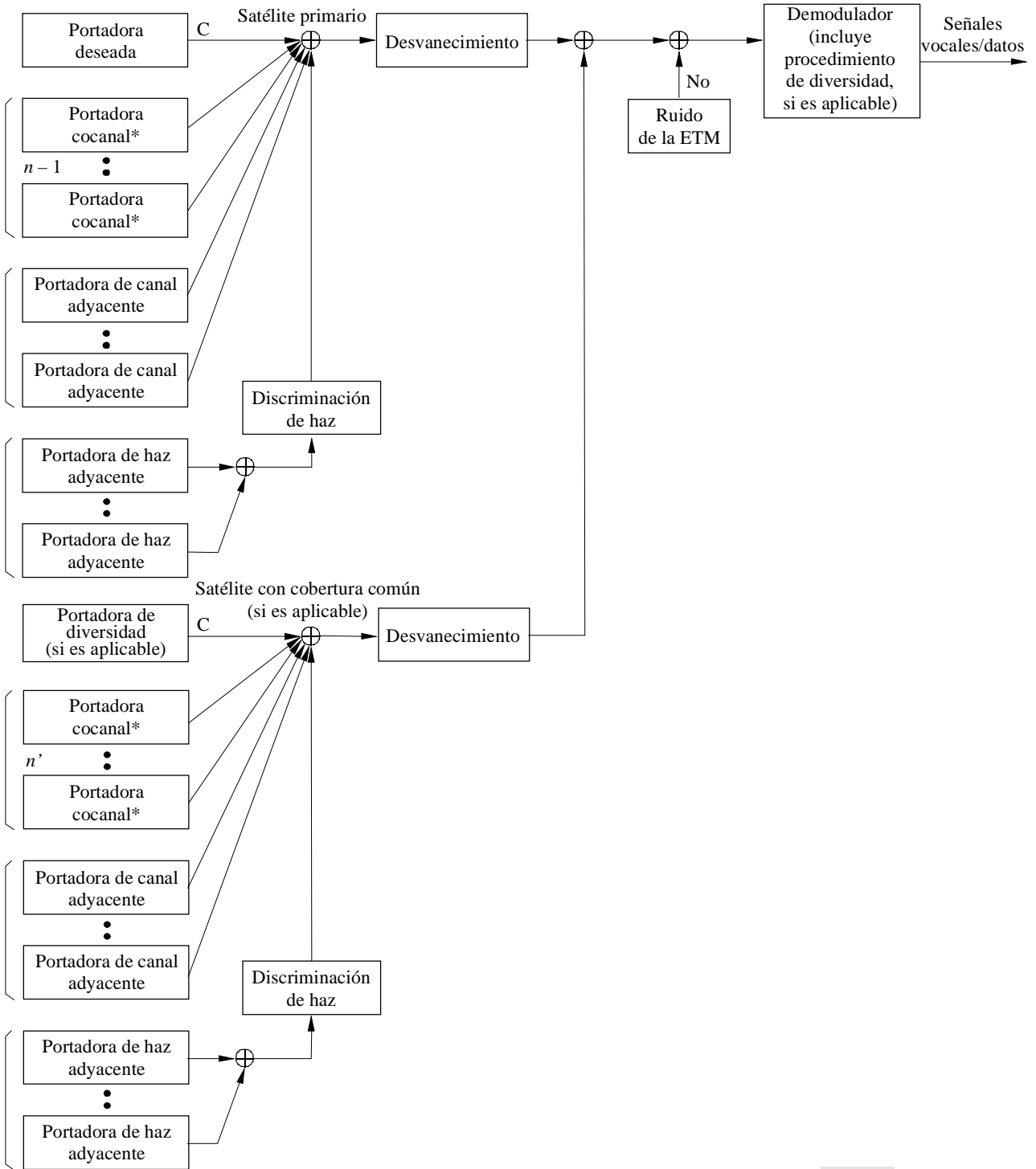
$$\text{Eficacia de potencia} = b / (C/N_0) = 1 / (E_b/N_0)$$

y la eficacia espectral se obtiene de:

$$\text{Eficacia espectral} = r n b / B$$

siendo r el factor de reutilización de frecuencias que se supone con un valor de 1,0 para el caso de AMDC. Si hay satélites con cobertura común, el número total de señales transmitidas simultáneamente en el mismo canal de frecuencias desde todos los satélites con cobertura común en la dirección de la ETM con la misma intensidad efectiva debe ser n en la fórmula anterior para el enlace directo.

FIGURA 5b
Modelo del enlace directo



1225-05b

* En el caso de AMDC.

2.2.1.5 Consideración de la diversidad

Si se propone el empleo de diversidad de forma que se transmita la misma información a través de k trayectos de satélite, las eficacias de potencia y espectral deben ajustarse de la siguiente manera:

Caso a): diferentes frecuencias y/o diferentes intervalos de tiempo (por ejemplo, AMDT)

- eficacia de potencia (enlaces de retorno y directo): $1/k$
- eficacia espectral (enlaces de retorno y directo): $1/k$.

Caso b): la misma frecuencia y el mismo intervalo de tiempo (por ejemplo, AMDC)

- eficacia de potencia para el enlace directo: $1/k$
- eficacia de potencia para el enlace de retorno: 1
- eficacia espectral para el enlace directo: $1/k$
- eficacia espectral para el enlace de retorno: 1.

2.2.1.6 Otras condiciones para la evaluación

Si se propone el empleo de control de potencia, debe tenerse en cuenta la variación residual de la potencia tras el control. Han de suponerse los valores siguientes para la desviación típica de la variación de la potencia residual: 0 dB, 2 dB, 4 dB y 10 dB.

Hay que suponer los valores indicados a continuación como valores máximos de la deriva gruesa de frecuencia Doppler residual de la portadora que se presenta en el receptor tras la compensación por el control automático de frecuencia (CAF): 0,5 kHz y 5 kHz.

Si se propone el empleo de activación por la voz de las portadoras transmitidas, hay que suponer un factor de activación de la voz del 50%.

2.2.2 Matriz de resultados

Los resultados de la simulación o las mediciones del enlace RTT han de tabularse en el Cuadro 16. Los dos resultados más importantes son la eficacia espectral y la eficacia de potencia.

La eficacia espectral se define como el número de velocidades binarias de información de usuario por unidad de anchura de banda que admite la RTT.

La eficacia de potencia se define como el recíproco de la relación mínima requerida E_b/N_0 para que la RTT obtenga la calidad exigida de FER para señales vocales y de BER para datos en las condiciones de desvanecimiento e interferencia indicadas y con plena carga de tráfico de usuario.

CUADRO 16

Matriz de resultados. Satélite

	Velocidad binaria reducida, retardo de datos reducido (señales vocales)				Mezcla de datos (80% señales vocales, 20% datos)			
Velocidad de información	2,4 kbit/s				2,4 kbit/s (señales vocales)/ 9,6 kbit/s (datos)			
Objetivo de calidad	1×10^{-2} (FER)				1×10^{-2} (FER)/ 1×10^{-6} (BER)			
Modelo de desvanecimiento	Eficacia de potencia		Eficacia espectral		Eficacia de potencia		Eficacia espectral	
	Enlace directo	Enlace inverso	Enlace directo	Enlace inverso	Enlace directo	Enlace inverso	Enlace directo	Enlace inverso
Rice $K = 10$ dB								
Rice $K = 7$ dB								
Rice $K = 3$ dB								
Rayleigh $K = -\infty$								

Modelos de propagación**1 Modelos de propagación**

En los puntos siguientes se tratan de manera más detallada los modelos de pérdidas del trayecto, cuando se dispone de más detalles, y los modelos de respuesta impulsiva del canal. Para desarrollar los modelos de propagación en todos los entornos de prueba se utiliza una altura de antena personal de 1,5 m.

1.1 Modelos de pérdidas del trayecto**1.1.1 Modelo de pérdidas del trayecto para un entorno de prueba de interiores**

Las pérdidas del trayecto en interiores siguiendo el modelo COST 231 (Informe Final COST 231 – Digital Mobile Radio: View of the Evolution towards Third Generation Systems. Comisión de las Comunidades Europeas. Se publicará en 1997) se definen de la siguiente manera:

$$L = L_{fs} + L_c + \sum k_{wi} L_{wi} + n \left(\frac{n+2}{n+1} - b \right) \times L_f$$

siendo:

- L_{fs} : pérdidas en el espacio libre entre el transmisor y el receptor
- L_c : pérdidas constantes
- k_{wi} : número de muros atravesados de tipo i
- n : número de plantas atravesadas
- L_{wi} : pérdidas del tipo de muro i
- L_f : pérdidas entre plantas adyacentes
- b : parámetros empíricos.

NOTA 1 – L_c se fija normalmente en 37 dB.

NOTA 2 – $n = 4$ es un valor medio para el entorno de oficinas en interiores. Para los cálculos de capacidad en entornos moderadamente pesimistas, puede modificarse el modelo haciendo $n = 3$.

CUADRO 17

Media ponderada de las categorías de pérdidas

Categoría de pérdidas	Descripción	Factor (dB)
L_f	Estructuras de plantas típicas (es decir, despachos) <ul style="list-style-type: none"> – bovedillas huecas – hormigón reforzado – tipo de espesor < 30 cm 	18,3
L_{w1}	Muros internos ligeros <ul style="list-style-type: none"> – tabiques de yeso – muros con gran número de aberturas (por ejemplo, ventanas) 	3,4
L_{w2}	Muros de interiores <ul style="list-style-type: none"> – hormigón, ladrillo – número mínimo de aberturas 	6,9

Con hipótesis simplificadas de entorno de oficinas, el modelo de pérdidas del trayecto de interiores tiene la forma siguiente:

$$L = 37 + 30 \log_{10} R + 18,3 \times n \left(\frac{n+2}{n+1} - 0,46 \right)$$

siendo:

R : separación entre el transmisor y el receptor (m)

n : número de plantas en el trayecto.

1.1.2 Modelo de pérdidas del trayecto para entornos de pruebas de exteriores a interiores y peatonal

El modelo indicado a continuación se aplica al entorno de pruebas de exteriores a interiores y peatonal. En el modelo general para las pérdidas de transmisión de exteriores, la pérdida total de transmisión, L (dB) entre antenas isótropas se expresa como la suma de las pérdidas en el espacio libre, L_{fs} , las pérdidas de difracción entre el tejado y la calle, L_{rts} , y la reducción debida a la difracción de pantalla múltiple tras las filas de edificios, L_{msd} . En este modelo, L_{fs} y L_{rts} son independientes de la altura de la antena de estación de base, mientras que L_{msd} depende de si la antena de estación de base está por encima de las alturas de los edificios o por debajo. En general, el modelo viene dado por:

$$L(R) = L_{fs} + L_{rts} + L_{msd}$$

Para una separación entre estación móvil y de base determinada, R , las pérdidas en el espacio libre entre ellas vienen dadas por:

$$L_{fs} = -10 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2$$

La difracción desde el tejado hasta el nivel de la calle da el exceso de pérdidas para la estación móvil:

$$L_{rts} = -10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right]$$

siendo:

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{|\Delta h_m|}{x} \right)$$

$$r = \sqrt{(\Delta h_m)^2 + x^2}$$

Δh_m es la diferencia entre la altura media del edificio y la altura de la antena móvil y x es la distancia horizontal entre la estación móvil y los fillos de difracción.

Para el modelo general, la pérdida de difracción de pantalla múltiple entre las antenas de base debida a la propagación tras las filas de edificios es:

$$L_{msd} = -10 \log_{10} Q_M^2$$

siendo Q_M un factor dependiente de la altura relativa de la antena de la estación de base, según esté por debajo o por encima de las alturas medias de los edificios (véase la Nota 2).

En el caso en que la altura de la antena de estación de base sea próxima al nivel medio del tejado:

$$Q_M = d/R$$

siendo d la separación media entre hileras de edificios.

La pérdida total de transmisión para el caso de proximidad al tejado es entonces:

$$L = -10 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{2\sqrt{2\pi R}} \right)^2 - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} (d/R)^2$$

Cuando $\Delta h_m = 10,5$ m, $x = 15$ m y $d = 80$ m, como suele darse en un entorno urbano y uno suburbano, la expresión indicada de las pérdidas del trayecto se reduce a una simple función de la distancia entre el transmisor y el receptor, R (km) y de la frecuencia f (MHz);

$$L = 40 \log_{10} R + 30 \log_{10} f + 49$$

NOTA 1 – L no será en ningún caso inferior a las pérdidas en el espacio libre.

NOTA 2 – XIA, H.H. y BERTONI, H.L. [febrero de 1992] Diffraction of cylindrical and plane waves by an array of absorbing half screens. *IEEE Trans. Ant. Prop.*, Vol. 40, 2, 170-177.

MACIEL, L.R., BERTONI, H.L. y XIA, H.H. [febrero de 1993] Unified approach to prediction of propagation over buildings for all ranges of base station antenna height. *IEEE Trans. Vehic. Techn.*, Vol. 42, 1, 41-45.

1.1.3 Modelo de pérdidas del trayecto para entorno de pruebas de vehículos

Este modelo, basado en el mismo formato general del § 1.2.2, se aplica a los escenarios de prueba de zonas urbanas y suburbanas alejadas del núcleo de grandes edificaciones en las que los edificios tienen una altura casi uniforme.

En este caso la altura de la antena de la estación de base está por encima del nivel de los tejados y:

$$Q_M = 2,35 \left(\frac{\Delta h_b}{R} \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{0,9}$$

siendo:

Δh_b : diferencia entre la altura de la antena de la estación de base y la altura media de los tejados de los edificios

d : separación media entre hileras de edificios.

Las pérdidas totales de transmisión para el caso de antena por encima de los tejados es entonces:

$$L = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[(2,35)^2 \left(\frac{\Delta h_b}{R} \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{1,8} \right]$$

Las mediciones en entornos de edificios (véase la Nota 3) muestran que la pendiente de las pérdidas del trayecto es aproximadamente una función lineal de la altura de la antena de la estación de base respecto a la media de los tejados, Δh_b . Puede entonces modificarse la ecuación anterior de las pérdidas del trayecto de la siguiente manera:

$$L = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[(2,35)^2 \left(\Delta h_b \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{1,8} / R^{2(1-4 \times 10^{-3} \Delta h_b)} \right]$$

siendo:

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{|\Delta h_m|}{x} \right)$$

$$r = \sqrt{(\Delta h_m)^2 + x^2}$$

donde:

Δh_m : diferencia entre la altura media de los edificios y la altura de la antena móvil

x : distancia horizontal entre el móvil y los flancos de difracción.

Cuando $\Delta h_m = 10,5$ m, $x = 15$ m y $d = 80$ m como es el caso típico en los entornos urbano y suburbano con una medida de edificios de cuatro plantas, la expresión anterior de las pérdidas del trayecto se reduce a una función simple de la distancia del transmisor al receptor, R (km), de la altura de la antena de la estación de base medida desde la altura media de los tejados, Δh_b (m) y de la frecuencia, f (MHz),

$$L = \left[40(1 - 4 \times 10^{-3} \Delta h_b) \right] \log_{10} R - 18 \log_{10} \Delta h_b + 21 \log_{10} f + 80 \quad \text{dB}$$

NOTA 1 – L no será en ningún caso inferior a las pérdidas en el espacio libre.

NOTA 2 – El modelo de pérdidas del trayecto es válido para una variación de Δh_b comprendida entre 0 y 50 m.

NOTA 3 – XIA, H.H. y otros [agosto de 1994] Microcellular propagation characteristics for personal communications in urban and suburban environments. *IEEE Trans. Vehic. Techn.*, Vol. 43, 3, 743-752.

1.2 Modelo de respuesta impulsiva del canal

El modelo de canal que hay que utilizar para la simulación es un modelo de dispersión sin correlación discreta y estacionaria en el sentido amplio (WSSUS) en el que la señal recibida se representa por la suma de las réplicas retardadas de la señal de entrada, con ponderación por un proceso complejo gaussiano variable en el tiempo e independiente de media cero. Específicamente, si $z(t)$ y $w(t)$ son las representaciones complejas paso bajo de la entrada y salida del canal, respectivamente, entonces:

$$w(t) = \sum_{n=1}^N \sqrt{p_n} g_n(t) z(t - \tau_n)$$

donde p_n es la intensidad de la n -ésima ponderación y $g_n(t)$ es el proceso gaussiano complejo que pondera la réplica n -ésima.

El espectro de potencia de $g_n(t)$ denominado espectro Doppler del n -ésimo trayecto, controla la tasa de desvanecimientos debida al trayecto n -ésimo. Para definir completamente este modelo de canal se requiere únicamente una especificación del espectro Doppler de las ponderaciones de las tomas $\{P_n(\nu); n = 1, \dots, N\}$, de los retardos de las tomas $\{\tau_n; n = 1, \dots, N\}$, y de las intensidades de las ponderaciones de toma $\{p_n; n = 1, \dots, N\}$.

El proceso $g_n(t)$ ha de interpretarse como un modelo de la superposición de componentes multitrayecto no resueltas que llegan desde distintos ángulos en las proximidades del intervalo de retardo:

$$\tau_n - \frac{1}{2W} < \tau < \tau_n + \frac{1}{2W}$$

donde W es la anchura de banda de la señal transmitida.

En general, cada rayo tiene una deriva Doppler distinta que corresponde a un valor diferente del coseno del ángulo entre la dirección del rayo y el vector velocidad. Por razones de simplicidad se adoptan las hipótesis siguientes:

- Para los canales en exteriores, llega a la estación móvil un gran número de rayos de recepción distribuidos uniformemente en acimuts y con elevación cero para cada intervalo de retardo. Además, se supone que el diagrama de antena es uniforme en la dirección acimutal. En la estación de base, en general, los rayos recibidos llegan en una gama limitada de acimuts.
- Para los canales de interiores, llega a la estación de base un gran número de rayos de recepción uniformemente distribuidos en elevación y en acimut para cada intervalo de retardo. Además, se supone que la antena es un dipolo vertical corto o en media onda.

La hipótesis a) es idéntica a la utilizada por Clarke y Jakes (véase la Nota 1) en los modelos de canal de banda estrecha. Así pues, se obtendrá el mismo espectro Doppler, es decir:

$$P_n(\nu) = P(\nu) = \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{(V/\lambda)^2 - \nu^2}} \quad \text{para } |\nu| < V/\lambda$$

en donde V es la velocidad del móvil y λ es la longitud de onda de la frecuencia portadora. Se utiliza el término clásico para identificar este espectro Doppler.

La hipótesis b) se traduce en un espectro Doppler que es casi plano y se ha elegido un espectro plano, es decir:

$$P_n(\nu) = P(\nu) = \frac{\lambda}{2V} \quad \text{para } |\nu| < V/\lambda$$

Por tanto, a este espectro Doppler se le denomina «plano».

NOTA 1 – CLARK, R.H. [1968] A Statistical Theory of Mobile Reception. *BSJT*, Vol. 49, 957-1000.

JAKES, W.C. (Editor) [1974] *Microwave Mobile Communications*. John Wiley & Sons.

APÉNDICE 2

AL ANEXO 2

Cálculo de la deriva Doppler para los satélites

En este Apéndice se obtiene la deriva Doppler causada por el movimiento de los satélites (no geoestacionarios) en órbitas circulares. El Cuadro 18 ofrece un ejemplo de resultados numéricos.

CUADRO 18

Valores máximos de deriva Doppler en satélites LEO y MEO ($i = 45^\circ$, $B = 0^\circ$)

Tipo de órbita	Elevación mínima (grados)	Deriva Doppler máxima máx ($f_{D, Sat}(t)$) (kHz)	Variación Doppler máxima máx ($df_{D, Sat}(t)/dt$) (Hz/s)
LEO (800 km)	10	41,4	-371
LEO (800 km)	40	32,2	-371
MEO (10 354 km)	10	9,92	-4
MEO (10 354 km)	40	7,91	-4

La posición en el tiempo del satélite puede expresarse en coordenadas cartesianas siderales x , y , y z con origen en el centro de la Tierra. El eje x pasa por el nodo ascendente y el eje z apunta al norte. Se adoptan las denominaciones siguientes:

T_S : periodo orbital del satélite

ω_S : rotación angular del satélite
 $= 2\pi / T_S$

ω_E : rotación angular de la Tierra
 $= 2\pi / 23 \text{ h } 56 \text{ min} = 7,29 \times 10^{-5}/\text{s}$

R_E : radio de la Tierra
 $= 6378 \text{ km}$

h : altura orbital (km)
 $= 331,25 (T_S / 60)^{2/3} - R_E$

a : radio orbital
 $= R_E + h$

i : inclinación de la órbita

u_0 : ángulo de la órbita del satélite en $t = 0$

f_c : frecuencia portadora.

Con el ángulo orbital $\theta_S(t) = u_0 + \omega_S(t)$ las coordenadas de satélite vienen dadas por:

$$x_S(t) = a \cos \theta_S(t)$$

$$y_S(t) = a \cos i \sin \theta_S(t) \tag{1}$$

$$z_S(t) = a \sin i \sin \theta_S(t)$$

Las coordenadas del usuario vienen determinadas por su latitud, B y su longitud, L . Suponiendo que en el tiempo $t = 0$ la longitud 0° coincide con el nodo ascendente, el ángulo variable en el tiempo de la longitud del usuario es de $\theta_E(t) = L + \omega_E(t)$, y las coordenadas del usuario son:

$$\begin{aligned}x_E(t) &= R_E \cos B \cos \theta_E(t) \\y_E(t) &= R_E \cos B \sen \theta_E(t) \\z_E(t) &= R_E \sen B\end{aligned}\quad (2)$$

La distancia oblicua en función del tiempo es:

$$s(t) = |\vec{x}_S(t) - \vec{x}_E(t)| = \sqrt{a^2 + R_E^2 - 2a R_E \cos \varphi(t)} \quad (3)$$

siendo φ el ángulo entre \vec{x}_S y \vec{x}_E , y

$$\cos \varphi(t) = \cos B \cos \theta_S(t) \cos \theta_E(t) + \cos i \cos B \sen \theta_S(t) \sen \theta_E(t) + \sen i \sen B \sen \theta_S(t) \quad (4)$$

La deriva Doppler variable en el tiempo viene determinada por:

$$\begin{aligned}v_{sat} &= -\frac{f_c}{c} \cdot \frac{ds(t)}{dt} \\&= \frac{f_c}{c} \cdot \frac{a R_E}{s(t)} \left[(\omega_E \cos i - \omega_S) \cos B \cos \theta_S(t) + \right. \\&\quad \left. + (\omega_S \cos i - \omega_E) \cos B \cos \theta_S(t) \sen \theta_E(t) + \omega_S \sen i \sen B \cos \theta_S(t) \right]\end{aligned}\quad (5)$$

El ángulo de elevación variable en el tiempo viene dado por:

$$\varepsilon(t) = \arcsen \left(\frac{\vec{x}_E(t) \cdot (\vec{x}_S(t) - \vec{x}_E(t))}{R_E \cdot s(t)} \right) = \arcsen \left(\frac{a \cos \varphi(t) - R_E}{s(t)} \right) \quad (6)$$

En lo que sigue, se considera una situación en la que el satélite pasa directamente sobre la posición del usuario (el paso se produce en el instante $t = 0$). Ésta puede ser una aproximación bastante buena del caso más desfavorable de deriva Doppler. La latitud del usuario puede elegirse en el intervalo $-B_{m\acute{a}x} \leq B \leq B_{m\acute{a}x}$, siendo:

$$B_{m\acute{a}x} = \min \{i, 180^\circ - i\} \quad (7)$$

Para que el paso se produzca en $t = 0$, las fases iniciales, $u_{0,1}$ del paso ascendente y $u_{0,2}$ del paso descendente son:

$$\begin{aligned}u_{0,1} &= \arcsen \left(\frac{\sen B}{\sen i} \right) \\u_{0,2} &= \pi - u_{0,1}\end{aligned}\quad (8)$$

y las longitudes de usuario respectivas son:

$$\begin{aligned}L_1 &= \arcsen \left(\frac{\tg B}{\tg i} \right) \\L_2 &= \begin{cases} 180^\circ - L_1 & \text{para } i \leq 90^\circ \\ -180^\circ - L_1 & \text{para } i > 90^\circ \end{cases}\end{aligned}\quad (9)$$

La distancia oblicua, la deriva Doppler y la elevación pueden evaluarse entonces a partir de (3), (5) y (6). En el momento del paso, $\varphi = 0$, $s = h$, $f_{D, Sat} = 0$ y $\varepsilon = 90^\circ$.

De forma muy aproximada, la deriva Doppler máxima se produce cuando el satélite aparece con el ángulo de elevación mínimo $\varepsilon_{m\acute{i}n}$. La deriva Doppler es casi independiente de la latitud de usuario, B .

ANEXO 3

Procedimientos detallados de evaluación**Introducción**

Este Anexo enumera los atributos técnicos que deben considerarse al examinar las RTT en relación con los criterios de evaluación e indica la posible repercusión que pueden tener en los diferentes criterios. Durante la evaluación pueden considerarse otras informaciones presentadas sobre la base del Cuadro del Anexo 1 u otras de interés. La evaluación que describe este Anexo se efectuará basándose en los modelos de despliegue del Anexo 2. La evaluación de la calidad de las RTT debe partir de un conjunto común de hipótesis verificables sobre los parámetros, en relación con todos los criterios de evaluación para cada entorno de pruebas; si las condiciones cambian, las descripciones de la tecnología deben reflejarlo. Este Anexo identifica los atributos que pueden describirse cualitativamente (q) y cuantitativamente (Q).

Cuando se evalúa más de una RTT, conviene facilitar resúmenes de evaluación de criterios para cada criterio de evaluación. Puede ser difícil establecer un resumen de evaluación de criterios si han de considerarse los atributos cualitativos y cuantitativos y cuándo cada atributo técnico pueda tener una importancia relativa distinta con los criterios de evaluación globales.

Para facilitar estos resúmenes de evaluación de criterios, el presente Anexo identifica la importancia de la clasificación relativa de los diversos atributos técnicos en cada criterio de evaluación, estableciendo las agrupaciones G1 (más importante), G2, G3 y G4 (menos importante). La clasificación de algunos atributos puede ser diferente para los distintos entornos de prueba, y en particular en el entorno de satélites. Estas clasificaciones se basan en necesidades comerciales actuales y previstas en algunos países. Se comprende que las necesidades comerciales pueden diferir en los diversos países en los que se implanten las IMT-2000 y que también puedan cambiar durante el periodo en que se estén evaluando las RTT. También se reconoce la posibilidad de identificar algunos nuevos atributos técnicos o establecer consideraciones importantes durante el procedimiento de evaluación, lo cual podría repercutir en todo resumen de evaluación de criterios. De esta manera, los grupos de evaluación pueden, en su caso, modificar las agrupaciones de atributos técnicos, o aportar nuevos atributos o consideraciones, al efectuar un resumen de evaluación de criterios. Por tanto, se pide a todos los grupos de evaluación que incluyan en sus informes de evaluación información sobre el resumen de evaluación de criterios, incluyendo la importancia relativa que se haya otorgado a cada atributo técnico y toda otra consideración que pueda afectar a los resúmenes.

En el § 9 se examina la metodología de evaluación.

Índice	Criterios y atributos	Q o q	Gn	Atributos correspondientes del Anexo 1
A3.1	Eficacia espectral Al evaluar la eficacia espectral se consideran los puntos siguientes:			
A3.1.1	Para un entorno terrenal			
A3.1.1.1	Capacidad de tráfico vocal (E/MHz/célula) en toda la anchura de banda no contigua disponible asignada de 30 MHz (15 MHz directa/15 MHz inversa) para el modo FDD o en una anchura de banda contigua de 30 MHz para el modo TDD. Debe utilizarse esta norma para un portador vocal continuo genérico común con características de velocidad de datos de 8 kbit/s y una BER media de 1×10^{-3} , así como para cualquier otro portador vocal incluido en la propuesta que satisfaga los requisitos de calidad (suponiendo un 50% de detección de señal vocal (VAD – voice activity detection) si se utiliza). A efectos de comparación, debe suponerse en todas las medidas la utilización de los modelos de despliegue del Anexo 2, incluyendo un bloqueo de llamadas del 1%. Las descripciones deben estar en línea con las descripciones relativas al criterio 6.1.7 – Cobertura/eficacia espectral. Debe facilitarse toda otra hipótesis y los fundamentos del cálculo, incluyendo detalles de todo códec vocal facultativo que se considere.	Q y q	G1	A1.3.1.5.1

A3.1.1.2	<p>Capacidad de información (Mbit/s/MHz/célula) en una anchura de banda no continua disponible asignada de 30 MHz (15 MHz directa/15 MHz inversa) para el modo FDD o en una anchura de banda contigua de 30 MHz para el modo TDD.</p> <p>Se ha de calcular la capacidad de información para cada servicio de prueba o combinación de tráfico en los entornos de prueba adecuados. Esta es la única medida que puede utilizarse en el caso de sistemas multimedio, o para las clases de servicio que utilizan velocidades binarias de codificación de la señal vocal múltiples. La capacidad de información es el valor instantáneo de la velocidad binaria de usuario agregada correspondiente a todos los usuarios activos en todos los canales del sistema para una célula individual. Si el tráfico de usuario (voz y/o datos) es asimétrico y el sistema puede aprovechar esta característica para aumentar la capacidad, debe describirse cualitativamente, a los efectos de la evaluación.</p>	Q y q	G1	A1.3.1.5.2
A3.1.2	<p>Para un entorno de satélite</p> <p>Estos valores (§ A3.1.2.1 y A3.1.2.2) suponen la utilización de las condiciones de simulación del Anexo 2. La primera definición es útil para la comparación de sistemas con velocidades de canal de usuario idénticas. La segunda definición es útil para comparar sistemas con velocidades de canal vocal y de datos distintas.</p>			
A3.1.2.1	Capacidad de información vocal por anchura de banda de RF requerida (bit/s/Hz)	Q	G1	A1.3.2.3.1
A3.1.2.2	Capacidad de información de señales vocales más datos por anchura de banda de RF requerida (bit/s/Hz)	Q	G1	A1.3.2.3.2
A3.2	<p>Complejidad tecnológica – Efectos en los costes de instalación y de explotación</p> <p>Las consideraciones relativas al criterio 6.1.2 – Complejidad tecnológica, se aplican únicamente a la infraestructura, lo que incluye las EB (la calidad de la unidad móvil se examina en otro punto).</p>			
A3.2.1	<p>Necesidad de cancelación del eco</p> <p>La necesidad de cancelación del eco se ve afectada por el retardo de ida y vuelta que se calcula como se indica en la Fig. 6.</p> <p>Refiriéndose a la Fig. 6, se considera el retardo de ida y vuelta con el vocodificador (D1, ms) y también sin la contribución de dicho vocodificador (D2, ms).</p> <p>NOTA 1 – El retardo del códec debe ser el que especifica el UIT-T para el portador vocal genérico común y si se incluye una propuesta de códec opcional, se debe incluir también la información sobre éste.</p>	Q	G4	A1.3.7.2 A1.3.7.3
A3.2.2	<p>Requisitos en cuanto a potencia del transmisor y linealidad del sistema</p> <p>NOTA 1 – La p.i.r.e. del satélite no es adecuada para la evaluación y comparación de las RTT porque depende en gran medida de la órbita del satélite.</p> <p>Los atributos de las RTT de este punto repercuten en los costes y en la complejidad del sistema, lo que acarrea el efecto positivo de mejorar la calidad total en otros criterios de evaluación. Se trata de los siguientes:</p>			
A3.2.2.1	<p>Potencia de cresta del transmisor/portadora (P_b) (no aplicable al caso de satélites)</p> <p>Debe considerarse la potencia de cresta del transmisor de las EB porque con una potencia de cresta inferior se reducen los costes. Véase que P_b puede variar según la aplicación del entorno de prueba. Se trata de la misma potencia de cresta del transmisor que se supuso en el balance del enlace del Anexo 2 (Cuadro 6).</p>	Q	G1	A1.2.16.2.1
A3.2.2.2	<p>Amplificador de potencia de banda ancha (PA) (no aplicable al caso de satélites)</p> <p>¿Se utiliza o requiere un amplificador de potencia de banda ancha? En caso afirmativo, ¿cuáles son los requisitos de potencia de transmisión de cresta y media aplicadas a la antena (W)?</p>	Q	G1	A1.4.10 A1.2.16.2.1 A1.2.16.2.2 A1.5.5 A1.2.5
A3.2.2.3	<p>Requisitos en cuanto a linealidad del transmisor de base y del amplificador de banda ancha (no aplicable al caso de satélites)</p>			

A3.2.2.3.1	Las emisiones y la intermodulación del canal adyacente afectan a la capacidad y la calidad del sistema. Descríbanse estos requisitos y la linealidad y filtrado del transmisor de base y del amplificador de potencia de banda ancha que se requiere para activarlos.	q	G3	A1.4.2 A1.4.10
A3.2.2.3.2	Indíquese también la relación entre la potencia de salida de cresta y media del transmisor de base y del amplificador de potencia de banda ancha (si se utiliza uno), pues una relación mayor impone niveles superiores de linealidad, disipación térmica y coste.	Q y q	G2	A1.4.10 A1.2.16.2.1 A1.2.16.2.2
A3.2.2.4	Requisitos en cuanto a linealidad del receptor (no aplicable al caso de satélite) ¿Ha de ser lineal el receptor de la estación de base? En caso afirmativo, indíquese la gama dinámica del receptor necesaria y la repercusión de las variaciones de la señal de entrada que excedan de esta gama, por ejemplo, en pérdidas de sensibilidad y bloqueo.	q	G4	A1.4.11 A1.4.12
A3.2.3	Características del control de potencia (no aplicable al caso de satélite) ¿Utiliza la RTT propuesta un control de potencia en el transmisor? En caso afirmativo, ¿se utiliza en los enlaces directo e inverso? Indíquese la gama del control de potencia, el tamaño del escalón (dB) y la precisión requerida, el número de tamaños posibles de escalón y el número de controles de potencia por segundo en relación con la complejidad tecnológica de la estación de base?	Q y q	G4	A1.2.22 A1.2.22.1 A1.2.22.2 A1.2.22.3 A1.2.22.4 A1.2.22.5
A3.2.4	Requisitos en cuanto aislamiento transmisor/receptor (no aplicable al caso de satélite) Si se utiliza FDD, especifíquese este requisito y la forma en que se logra.	q	G3	A1.2.2 A1.2.2.2 A1.2.2.1
A3.2.5	Requisitos en cuanto a tratamiento de la señal digital			
A3.2.5.1	En las propuestas de interfaz radioeléctrico, el tratamiento de la señal digital puede constituir una parte significativa del equipo. Puede influir en el coste, el tamaño, el peso y el consumo de energía de la estación de base, y en factores secundarios tales como la gestión térmica y la fiabilidad. No debe incluirse ningún circuito digital asociado a los interfaces de la red. No obstante, debe indicarse todo requisito especial para el interfaz con estas funciones. En este punto de la evaluación debe analizarse la descripción detallada de los requisitos de tratamiento de la señal digital, incluyendo las características de calidad, la arquitectura y los algoritmos, a fin de estimar la repercusión en la complejidad de las estaciones de base. Como mínimo, la evaluación debe referirse a estimaciones de tratamiento de la señal (MOPS, requisitos de memoria, número de puertas) necesarias para la demodulación, igualación, codificación del canal, corrección de errores, tratamiento de diversidad (incluyendo los receptores Rake), tratamiento del sistema de antena adaptable, modulación, convertidores A-D y D-A y multiplexación, así como algunos de los circuitos de FI y de banda de base. En el caso de nuevas tecnologías, puede haber requisitos adicionales o alternativos (tales como los de FFT). Aunque probablemente varíen las realizaciones específicas, una buena descripción permitirá comparar los valores relativos del coste, la complejidad y el consumo de energía de las RTT propuestas, así como el tamaño y el peso de los circuitos. Las descripciones permitirán a los evaluadores verificar la norma de los requisitos de tratamiento de la señal, tales como el valor MOPS, la memoria y el número de puertas que facilitan los proponentes de las RTT.	Q y q	G2	A1.4.13

A3.2.5.2	¿Cuál es el tratamiento de la codificación y de los errores del canal en los enlaces directo e inverso? Indíquense los detalles y verifíquese que queda descrita la implementación específica y su repercusión en los requisitos de DSP que se describen en el § A3.2.5.1.	q	G4	A1.2.12 A1.4.13
A3.2.6	<p>Sistemas de antena</p> <p>La realización de sistemas de antena especializados, aunque puede hacer aumentar la complejidad y el coste del sistema global, puede mejorar la eficacia espectral (por ejemplo, en el caso de antenas inteligentes), y la calidad (por ejemplo, mediante la diversidad) y reducir los costes de implantación del sistema (por ejemplo, en el caso de antenas distantes o de antenas de alimentador con fugas).</p> <p>NOTA 1 – Para el componente de satélite, la diversidad indica el número de satélites que intervienen; no son aplicables los demás atributos de antena.</p>			
A3.2.6.1	<i>Diversidad:</i> Descríbanse los esquemas de diversidad aplicados (incluyendo los esquemas de micro y macrodiversidad). Inclúyase en esta descripción el grado de mejora previsto y el número de antenas y receptores adicionales necesarios para aplicar el diseño propuesto de diversidad a un caso distinto del de antena omnidireccional.	Q	G2	A1.2.23 A1.2.23.1 A1.2.23.2
A3.2.6.2	<i>Antenas distantes:</i> Descríbase si se utilizan sistemas de antenas distantes y la forma de hacerlo para ampliar la cobertura a zonas de poca densidad de tráfico.	q	G2	A1.3.6
A3.2.6.3	<i>Antenas distribuidas:</i> Descríbase la forma en que se utilizan los diseños de antena distribuida, de ser el caso.	q	G3	A1.3.6
A3.2.6.4	<i>Antena única:</i> Descríbanse los sistemas de antena adicionales que sean necesarios u opcionales para el sistema propuesto, por ejemplo, de conformación de haz o de alimentador con fugas. Inclúyase en la descripción las ventajas o la aplicación del sistema de antena.	q	G4	A1.3.6
A3.2.7	Requisitos en cuanto a sincronización de frecuencia de la estación de base y alineación temporal ¿Requiere la RTT propuesta la sincronización del transmisor de base y/o de la estación receptora o alineación temporal entre estación de base y estación de base? En caso afirmativo, especifíquense los requisitos de estabilidad de frecuencia a largo plazo (un año) y también la alineación temporal requerida de bit a bit. Descríbanse los medios para lograrlo.	Q y q	G3	A1.4.1 A1.4.3
A3.2.8	El número de usuarios por portadora de RF/canal de frecuencia que puede soportar la RTT propuesta afecta al coste global, especialmente teniendo en cuenta que los requisitos de tráfico portador aumentan o la densidad de tráfico geográfico varía ampliamente con el tiempo. Especifíquese el número máximo de canales de usuario a los que puede darse servicio cumpliendo los requisitos de calidad de la Recomendación UIT-T G.726 para el tráfico telefónico.	Q	G1	A1.2.17
A3.2.9	Requisitos en cuanto a instalación/realización del emplazamiento de base (no aplicable al caso de satélite) El tamaño de la estación de base y el montaje, tipo y altura de la antena pueden variar considerablemente en función del tamaño de la célula, el diseño de la RTT y el entorno de aplicación. Analícese la repercusión positiva o negativa en la complejidad y en el coste del sistema.	q	G1	A1.4.17
A3.2.10	Complejidad del traspaso En línea con los objetivos de calidad del traspaso definidos en el criterio 6.1.3, descríbase la forma en que se realiza el traspaso de usuario para los servicios vocal y de datos y su repercusión global en el coste y la complejidad de la infraestructura.	Q y q	G1	A1.2.24 A1.4.6.1

A3.3	Calidad			
A3.3.1	<p>Procedimiento de reconexión transparente de las llamadas abandonadas</p> <p>Las llamadas abandonadas pueden ser el resultado de enmascaramientos y pérdidas rápidas de la señal. Los interfaces aéreos que utilizan un procedimiento de reconexión transparente –esto es, el mismo utilizado para el traspaso– reducen los efectos de llamadas abandonadas, mientras que las RTT que requieran un procedimiento de reconexión significativamente distinto del utilizado para el traspaso, no.</p>	q	G2	A1.4.14
A3.3.2	<p>Retardo de ida y vuelta, D1 (con vocodificador (ms)) y D2 (sin vocodificador (ms)) (véase la Fig. 6).</p> <p>NOTA 1 – El retardo del códec debe ser el especificado por el UIT-T para el portador vocal genérico común y si hay propuestas de códecs opcionales, debe también incluirse la información sobre éstos (para el componente de satélite, no se incluye el retardo de propagación por el satélite).</p>	Q	G2	A1.3.7.1 A1.3.7.2
A3.3.3	<p>Calidad del traspaso/transferencia automática del enlace (ALT)</p> <p>El traspaso intracentral/controlador afecta directamente a la calidad del servicio vocal.</p> <p>Los puntos clave se refieren a la calidad del traspaso, a la duración mínima de la interrupción y al número medio de trasposos.</p>	Q	G2	A1.2.24 A1.2.24.1 A1.2.24.2 A1.4.6.1
A3.3.4	<p>Calidad del traspaso para los datos</p> <p>Debe efectuarse una evaluación cuantitativa de los efectos del traspaso en la calidad de los datos.</p>	Q	G3	A1.2.24 A1.2.24.1 A1.2.24.2 A1.4.6.1
A3.3.5	<p>Velocidad binaria máxima de usuario para los datos (kbit/s)</p> <p>Una velocidad binaria de usuario superior puede dar una calidad superior de servicio para los datos (tal como la del servicio de vídeo de gran calidad) desde un punto de vista del usuario.</p>	Q	G1	A1.3.3
A3.3.6	<p>Agregación de canales para lograr una velocidad de usuario superior</p> <p>También debe efectuarse una evaluación cualitativa del método utilizado en la agregación de canales para lograr servicios con velocidad binaria superior.</p>	q	G4	A1.2.32
A3.3.7	<p>Calidad de la señal vocal</p> <p>La Recomendación UIT-R M.1079 especifica que la calidad de las señales vocales sin errores de las IMT-2000 debe ser equivalente a la que estipula la Recomendación UIT-T G.726 (32 kbit/s para MICDA) con la calidad deseada de la Recomendación UIT-T G.711 (MIC de 64 kbit/s).</p> <p>NOTA 1 – Puede establecerse como requisito una calidad equivalente a la de la Recomendación UIT-T G.726 sin errores, con degradación no mayor de 0,5 de la MOS en presencia de borrados de trama del 3%.</p>	Q y q	G1	A1.2.19 A1.3.8
A3.3.8	<p>Calidad del sistema en condiciones de sobrecarga (no aplicable al caso de satélite)</p> <p>Evalúese el efecto del bloqueo del sistema y de la calidad en las células primaria y adyacente durante una condición de sobrecarga, por ejemplo, a 125%, 150%, 175%, 200%. Evalúense también todos los demás efectos de una condición de sobrecarga.</p>	Q y q	G3	A1.3.9.1

A3.4	Flexibilidad de las tecnologías radioeléctricas			
A3.4.1	Aspectos del servicio			
A3.4.1.1	<p>Capacidades de velocidad binaria de usuario variable</p> <p>Las aplicaciones de velocidad binaria de usuario variable pueden ser las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – codificación de la señal adaptable en función de la calidad de la señal de RF; – velocidad del codificador vocal adaptable en función de la carga de tráfico, siempre que se cumplan los límites de calidad de la Recomendación UIT-T G.726; – velocidad de datos variable en función de la aplicación de usuario; – utilización variable del canal vocal/de datos en función de los requisitos de la mezcla de tráfico. <p>A continuación se indican algunos aspectos importantes que conviene investigar:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ¿Cómo se aplica la velocidad binaria variable? – ¿Cuáles son las limitaciones? <p>Debe facilitarse la información técnica de base, tal como:</p> <ul style="list-style-type: none"> – la gama de las posibles velocidades de datos; – las tasas de variación (ms). 	<p>q y Q</p>	G2	<p>A1.2.18 A1.2.18.1</p>
A3.4.1.2	<p>Deriva Doppler admisible máxima, F_d (Hz) para la que se cumplen los requisitos de calidad vocal y de datos (terrenal únicamente)</p> <p>Información técnica de base: F_d.</p>	<p>q y Q</p>	G3	A1.3.1.4
A3.4.1.3	<p>Método de compensación Doppler (únicamente componente de satélite)</p> <p>¿Cual es el método de compensación Doppler y la deriva Doppler residual después de la compensación?</p>	<p>Q y q</p>	G3	A1.3.2.2
A3.4.1.4	<p>¿Cómo repercute en la flexibilidad la dispersión máxima del retardo admisible de la tecnología propuesta (por ejemplo, capacidad de compensar la velocidad muy elevada del móvil)?</p>	<p>q</p>	G3	<p>A1.3.1.3 A1.2.14 A1.2.14.1 A1.2.14.2 A1.3.10</p>
A3.4.1.5	<p>Velocidad binaria máxima de información de usuario, R_u (kbit/s)</p> <p>¿Con qué grado de flexibilidad pueden ofrecerse a los clientes los servicios?</p> <p>¿Cuál es la limitación del número de usuarios en cada servicio particular? (por ejemplo, no más de dos usuarios simultáneos de 2 Mbit/s).</p>	<p>Q y q</p>	G2	<p>A1.3.3 A1.3.1.5.2 A1.2.31 A1.2.32</p>
A3.4.1.6	<p>Capacidad de velocidad múltiple del vocodificador</p> <ul style="list-style-type: none"> – variabilidad de la velocidad binaria, – variabilidad de retardo, – variabilidad de la protección contra errores. 	<p>Q y q</p>	G3	<p>A1.2.19 A1.2.19.1 A1.2.7 A1.2.12</p>
A3.4.1.7	<p>Capacidades multimedio</p> <p>El proponente debe escribir la forma en que se tratan los servicios multimedio.</p> <p>Deben evaluarse los puntos siguientes</p> <ul style="list-style-type: none"> – posibles limitaciones (de las velocidades de datos, del número de portadores), – capacidad para atribuir portadores adicionales durante la comunicación, – limitaciones para el traspaso. 	<p>Q y q</p>	G1	<p>A1.2.21 A1.2.20 A1.3.1.5.2 A1.2.18 A1.2.24 A1.2.30 A1.2.30.1</p>
A3.4.2	Planificación			
A3.4.2.1	Temas relativos al espectro			

A3.4.2.1.1	Flexibilidad en la utilización de la banda de frecuencias El proponente debe facilitar la información necesaria sobre este tema (por ejemplo, atribución de subportadoras sin limitaciones, tratamiento de servicios asimétricos, utilización de bandas no apareadas).	q	G1	A1.2.1 A1.2.2 A1.2.2.1 A1.2.3 A1.2.5.1
A3.4.2.1.2	Capacidades de compartición de espectro El proponente debe indicar cómo puede compartirse la atribución mundial del espectro entre operadores de la misma región. Deben detallarse los aspectos siguientes: – medios de compartición del espectro entre operadores de la misma región, – banda de guarda entre operadores en caso de compartición fija.	q y Q	G4	A1.2.26
A3.4.2.1.3	Banda de frecuencias mínima necesaria para explotar el sistema en buenas condiciones Información técnica de base: – repercusión del esquema de reutilización de frecuencias, – anchura de banda necesaria para la velocidad de datos de cresta.	Q y q	G1	A1.2.1 A1.4.15 A1.2.5
A3.4.2.2	Planificación del recurso radioeléctrico			
A3.4.2.2.1	Atribución de recursos radioeléctricos Los proponentes y evaluadores deben centrarse en los requisitos y en las limitaciones que impone la tecnología propuesta. En particular, deben considerarse los aspectos siguientes: – ¿Cuáles son los métodos utilizados para que la atribución y la planificación de los recursos radioeléctricos sean flexibles? – ¿Qué repercusiones hay en el lado de la red (por ejemplo, sincronización de las estaciones de base, señalización)? – Otros aspectos. Ejemplos de funciones o tipo de planificación necesaria a las que se puede atender con la tecnología propuesta: – DCA, – salto de frecuencia, – planificación de códigos, – planificación temporal, – planificación de frecuencias entrelazadas. NOTA 1 – La utilización del segundo canal adyacente en lugar del canal adyacente en la agrupación de células vecina se llama «planificación de frecuencias entrelazadas». En algunos casos no son necesarias funciones particulares (por ejemplo, reutilización de frecuencias = 1).	q	G2	A1.2.25 A1.2.27 A1.4.15
A3.4.2.2.2	Capacidad de adaptación a condiciones diferentes y/o cambiantes en el tiempo (por ejemplo, propagación, tráfico) ¿Cómo atenderá la tecnología propuesta a la variación de la propagación y/o de las condiciones del tráfico? Ejemplos de funciones adaptables a las que puede atenderse con la tecnología propuesta: – DCA, – adaptación de enlace, – control rápido de potencia, – adaptación a dispersiones grandes de los retardos. Algunos aspectos de la adaptabilidad pueden ser inherentes a la RTT.	q	G2	A1.3.10 A1.2.27 A1.2.22 A1.2.14
A3.4.2.3	Arquitectura de células mixta (no aplicable al componente de satélite)			

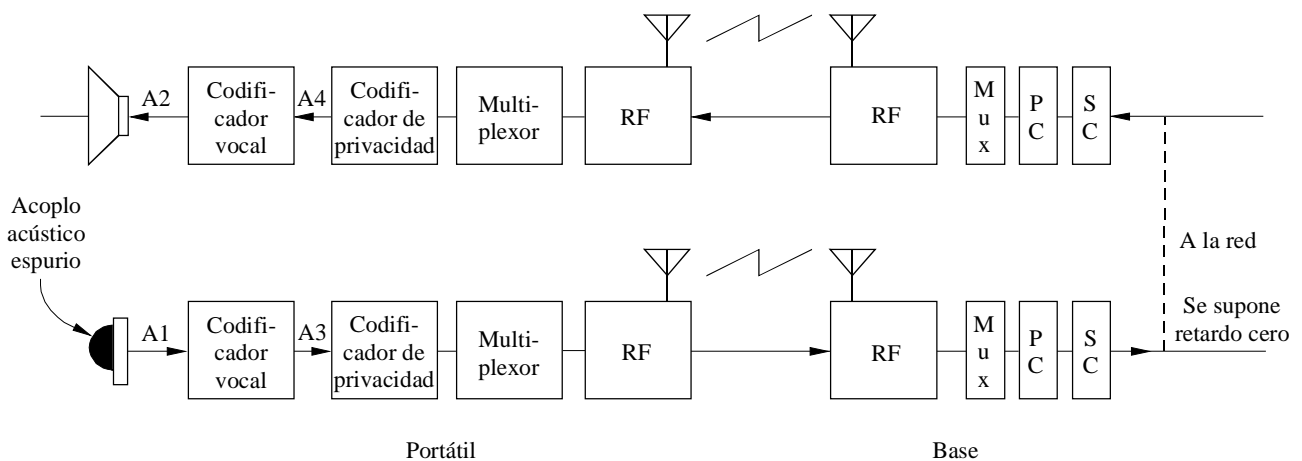
A3.4.2.3.1	<p>Gestión de frecuencias entre las distintas capas</p> <p>¿Qué tipo de planificación se requiere para gestionar las frecuencias entre las distintas capas? por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – separación fija, – separación dinámica, – posibilidad de utilizar las mismas frecuencias entre distintas capas. <p>Posible información técnica de base:</p> <ul style="list-style-type: none"> – banda de guarda. 	q y Q	G1	A1.2.28 A1.4.15
A3.4.2.3.2	<p>Adaptación del usuario al entorno</p> <p>¿Cuáles son las limitaciones para la gestión de usuarios entre diferentes capas de células? por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – limitaciones para el traspaso entre distintas capas, – adaptación a las capas de células dependiendo de los servicios, la velocidad del móvil y la potencia de éste. 	q	G2	A1.2.28 A1.3.10
A3.4.2.4	Acceso fijo inalámbrico			
A3.4.2.4.1	<p>El proponente debe indicar la adaptación de la tecnología al funcionamiento en el entorno de acceso fijo inalámbrico.</p> <p>Los temas que requieren evaluación son (no aplicable al componente de satélite):</p> <ul style="list-style-type: none"> – capacidad para la instalación sencilla de pequeñas estaciones de base, – utilización de repetidores, – utilización de células grandes, – capacidad para dar servicio a usuarios fijos y móviles en una célula, – simplificación de la red y señalización. 	q	G4	A1.1.3 A1.3.5 A1.4.17 A1.4.7 A1.4.7.1
A3.4.2.4.2	<p>Posible utilización de antenas adaptables (adaptación de la tecnología) (no aplicable al componente de satélites)</p> <p>¿Es RTT la adecuada para la introducción de antenas adaptables? Explíquense las razones, en caso afirmativo.</p>	q	G4	A1.3.6
A3.4.2.4.3	Capacidad de transformación del sistema existente	q	G1	A1.4.16
A3.5	Repercusiones en la interfaz de red			
A3.5.1	<p>Examínense los requisitos de sincronización respecto a las interfaces de red.</p> <p><i>Caso óptimo:</i> No es necesaria una adaptación especial para lograr la sincronización.</p> <p><i>Caso más desfavorable:</i> Se requiere una adaptación especial para lograr la sincronización; por ejemplo, equipo especial en la estación de base o consideración especial de las instalaciones.</p>	q	G4	A1.4.3
A3.5.2	<p>Examínense la capacidad de las RTT para minimizar la participación de la infraestructura de red en el traspaso de células</p> <p><i>Caso óptimo:</i> Ni la RTPC/RDSI ni la central móvil intervienen en el traspaso.</p> <p><i>Caso más desfavorable:</i> La participación de la red de tierra es fundamental para el traspaso.</p>	q	G3	A1.2.24 A1.4.6.1
A3.5.3	Transparencia de las líneas de tierra			
A3.5.3.1	<p>Examínense las modificaciones de la red necesarias para que las RTT pasen el conjunto normalizado de servicios portadores RDSI.</p> <p><i>Caso óptimo:</i> No son necesarias modificaciones.</p> <p><i>Caso más desfavorable:</i> Se requieren modificaciones sustanciales, tales como la introducción de funciones de interfuncionamiento.</p>	q	G1	A1.4.7.1

A3.5.3.2	<p>Examínese el grado de participación de la RTPC/RDSI en la funcionalidad de conmutación.</p> <p><i>Caso óptimo:</i> Toda la conmutación de llamadas se realiza en la RTPC/RDSI.</p> <p><i>Caso más desfavorable:</i> Se requiere una central móvil separada.</p>	q	G2	A1.4.6 A1.4.8
A3.5.3.3	Examínese la profundidad y la duración de los desvanecimientos que darán lugar al abandono de una llamada en la red RTPC/RDSI. La solidez de una RTT para minimizar el abandono de llamadas puede lograrse mediante técnicas tales como las de reconexión transparente.	Q y q	G3	A1.2.24 A1.4.14
A3.5.3.4	Examínese la cantidad y el tipo de interfaces de red necesarios para la RTT sobre la base del modelo de despliegue utilizado para lograr la eficacia espectral y de cobertura. La evaluación debe incluir las conexiones necesarias para el tráfico, señalización y control, así como cualesquiera requisitos especiales, tales como el de traspaso suave o emisión simultánea.	Q	G2	A1.2.30 A1.2.30.1 A1.4.9
A3.6	Capacidad de optimización de la calidad de la unidad móvil			
A3.6.1	<p>Aislamiento entre transmisor y receptor</p> <p>El aislamiento entre el transmisor y receptor repercute en el tamaño y el peso de la unidad móvil.</p>	Q	G2	A1.2.2 A1.2.2.1 A1.2.2.2
A3.6.2	<p>Potencia de salida media del terminal, P_0 (mW)</p> <p>Una potencia inferior prolonga la vida de la batería y el tiempo de explotación.</p>	Q	G2	A1.2.16.1.2
A3.6.3	<p>El retardo de ida y vuelta del sistema repercute en el nivel de aislamiento acústico necesario entre el micrófono del aparato portátil y el altavoz y, de esta manera, en el tamaño físico y en el diseño mecánico de la unidad de abonado.</p> <p>NOTA 1 – El retardo del códec debe ser especificado por el UIT-T para el portador vocal genérico común y, si hay propuestas de códecs opcionales, debe también incluirse la información sobre ellos. (Para el componente de satélite, no se incluye el retardo de propagación del satélite.)</p>	Q y q	G2	A1.3.7 A1.3.7.1 A1.3.7.2 A1.3.7.3
A3.6.4	Potencia de cresta de transmisión	Q	G1	A1.2.16.1.1
A3.6.5	<p>Características del control de potencia</p> <p>¿Utiliza la RTT propuesta control de potencia del transmisor? En caso afirmativo, ¿se utiliza en los enlaces directo e inverso? Indíquese la gama de control de potencia, el tamaño del escalón (dB) y la precisión requerida, el número de tamaños de escalón posibles y el número de controles de potencia por segundo en relación con la complejidad de la tecnología de la estación móvil.</p>			
A3.6.5.1	<p>Gama dinámica del control de potencia</p> <p>Una gama dinámica del control de potencia mayor prolonga la vida de la batería y aumenta el tiempo de explotación.</p>	Q	G3	A1.2.22 A1.2.22.3 A1.2.22.4
A3.6.5.2	Tamaño del escalón de control de potencia, precisión y velocidad	Q	G3	A1.2.22 A1.2.22.1 A1.2.22.2 A1.2.22.5
A3.6.6	Requisitos de linealidad en el transmisor	q	G3	A1.4.10
A3.6.7	Requisitos de linealidad en el receptor (no aplicable al satélite)	q	G3	A1.4.11
A3.6.8	<p>Gama dinámica del receptor</p> <p>Cuanto menor sea el requisito de gama dinámica menor es la complejidad y más fácil la realización del diseño.</p>	Q	G3	A1.4.12
A3.6.9	<p>Esquemas de diversidad</p> <p>La diversidad repercute en la complejidad y el tamaño de la unidad portátil. Si se emplea, descríbase el tipo de diversidad y los dos atributos indicados a continuación.</p>	Q y q	G1	A1.2.23 A1.2.23.1 A1.2.23.2

A3.6.10	Número de antenas	Q	G1	A1.2.23.1
A3.6.11	Número de receptores	Q	G1	A1.2.23.1
A3.6.12	Estabilidad de frecuencia Unos requisitos estrictos de estabilidad de frecuencia redundan en una mayor complejidad de la unidad móvil.	Q	G3	A1.4.1.2
A3.6.13	Relación entre el tiempo de «apagado (dormido)» «encendido»	Q	G1	A1.2.29 A1.2.29.1
A3.6.14	Tamaño del escalón del generador de frecuencia, velocidad de conmutación y gama de frecuencias Unos requisitos estrictos en cuanto a tamaño del escalón y velocidad de conmutación y una amplia gama de frecuencias contribuyen a aumentar la complejidad de la unidad portátil. Por el contrario, hacen aumentar la flexibilidad de la RTT.	Q	G2	A1.4.5
A3.6.15	Requisitos en cuanto a procesamiento de la señal digital El procesamiento de la señal digital puede suponer una proporción significativa de los circuitos en algunas propuestas de interfaz radioeléctrica, puede afectar al coste, el tamaño, el peso y el consumo de potencia de la estación de base e influir en factores secundarios tales como los de gestión térmica y fiabilidad. No debe incluirse ningún circuito digital asociado a las interfaces de red. No obstante, debe indicarse todo requisito especial para el interfaz con estas funciones. En este punto de la evaluación debe analizarse la descripción detallada de los requisitos de procesamiento de la señal digital, incluyendo las características de calidad, de arquitectura y los algoritmos, a fin de estimar su repercusión en la complejidad de las estaciones de base. Como mínimo, la evaluación debe examinar las estimaciones de procesamiento de la señal (MOPS, requisitos de memoria, cómputo de puertas) que se requieren para demodulación, igualación, codificación del canal, corrección de errores, procesamiento de diversidad (incluyendo los receptores Rake), procesamiento del sistema de antenas adaptable, modulación, conversión A-D y D-A y multiplexación, así como parte del filtrado de FI y de banda de base. En las nuevas tecnologías puede haber requisitos adicionales o alternativos (tales como los de FFT). Aunque probablemente varíen las implementaciones específicas, las descripciones de ejemplos deben permitir comparar los costes, la complejidad y el consumo de potencia relativos de los RTT propuestos, así como el tamaño y el peso de los circuitos. Las descripciones permitirán a los evaluadores verificar el cumplimiento de los requisitos de procesamiento de la señal tales como los referentes a MOPS, memoria y cómputo de puertas, que facilite el proponente de las RTT.	Q y q	G1	A1.4.13
A3.7	Eficacia en cuanto a cobertura/potencia			
A3.7.1	Terrenal Eficacia de cobertura: – Se considera la eficacia de cobertura para las cargas de tráfico mínimas. – La eficacia de cobertura del emplazamiento de base puede determinarse cuantitativamente abordando las limitaciones de cobertura y/o calculando la gama máxima de cobertura para la carga de tráfico mínima.			
A3.7.1.1	Eficacia de cobertura del emplazamiento de base El número de emplazamientos de base necesarios para dar cobertura a los niveles de tráfico de inicio del sistema y para su crecimiento repercute significativamente en los costes. A partir del § 1.3.2 del Anexo 2, determínese la eficacia de cobertura, C (km ² /emplazamiento de base), para la carga de tráfico mínima. El proponente tendrá que indicar las bases del cálculo y la gama máxima de cobertura.	Q	G1	A1.3.1.7 A1.3.1.7.1 A1.3.1.7.2 A1.3.4

<p>A3.7.1.2</p>	<p>Método para aumentar la eficacia de cobertura</p> <p>El proponente debe describir las técnicas adoptadas para aumentar la eficacia de cobertura y sus inconvenientes.</p> <p>Pueden utilizarse sistemas de antena distantes para ampliar de forma económica la cobertura de vehículos hasta zonas de poca densidad de tráfico. El balance del enlace, el retardo de propagación, el ruido del sistema y las estrategias de diversidad de las RTT pueden verse influidos por su utilización.</p> <p>Los diseños de antenas distribuidas –al igual que los de sistemas de antenas distantes– interconectan múltiples antenas a un puerto radioeléctrico único a través de líneas de banda ancha. No obstante, su aplicación no está necesariamente limitada a la cobertura, sino que también puede utilizarse para dar de forma económica una cobertura continua en edificios, en las aplicaciones peatonales. La sincronización del sistema, la dispersión de los retardos y las características de ruido pueden verse afectadas por su utilización.</p>	<p>q</p>	<p>G1</p>	<p>A1.3.5 A1.3.6</p>
<p>A3.7.2</p>	<p>Satélite</p> <p>Eficacia de potencia normalizada</p> <p>Información de base: Velocidad binaria por relación requerida entre la potencia de portador y la densidad de ruido para una determinada calidad del canal en condiciones dadas de interferencia en el canal vocal.</p> <p>Información de base: Velocidad binaria por relación requerida entre la potencia de la portadora y la densidad de ruido para una determinada calidad del canal en condiciones dadas de interferencia, en el caso de tráfico mixto vocal y de datos.</p>	<p>Q</p>	<p>G1</p>	<p>A1.3.2.4 A1.3.2.4.1 A1.3.2.4.2</p>

FIGURA 6



- D1: retardo entre A1 y A2
- D2: retardo entre A3 y A4
- Mux: multiplexor
- PC: codificador de privacidad
- SC: codificador de voz