

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R BT.1735-2
(02/2014)

**Métodos de evaluación objetiva de la
calidad de recepción de las señales
de radiodifusión de televisión digital
terrenal del Sistema B especificado
en la Recomendación UIT-R BT.1306**

Serie BT
Servicio de radiodifusión (televisión)

Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2015

© UIT 2015

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1735-2

Métodos de evaluación objetiva de la calidad de recepción de las señales de radiodifusión de televisión digital terrenal del Sistema B especificado en la Recomendación UIT-R BT.1306

(Cuestión UIT-R 100/6)

(2005-2012-2014)

Cometido

El objetivo de la presente Recomendación es proporcionar métodos para evaluar la calidad de la recepción de los servicios de radiodifusión de televisión digital terrenal del Sistema B. En esta Recomendación se tienen en cuenta las Recomendaciones del UIT-R pertinentes. Para realizar dicha evaluación, se exponen dos métodos: uno para la red multifrecuencia (MFN) y otro para la red de frecuencia única (SFN).

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la Recomendación UIT-R SM.1682 – Métodos para efectuar mediciones en señales de radiodifusión digital, especifica en su § 2.6 los parámetros que han de medirse para evaluar la cobertura;
- b) que en la Recomendación UIT-R BT.1368 se definen parámetros de planificación tales como la mínima intensidad de campo, la relación de protección y la relación entre la mínima intensidad de campo y tensión a la entrada del receptor, ampliamente utilizados por las administraciones;
- c) que en la Recomendación UIT-R P.1546 se indican los métodos de predicción de intensidad de campo y altura de los obstáculos para la evaluación *in situ*, que utilizan ampliamente las administraciones;
- d) que el UIT-R estableció en la Recomendación UIT-R BT.500 una metodología para la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión;
- e) que, con la introducción de los servicios de televisión digital, se ha observado que la evaluación subjetiva de las imágenes de televisión digital se considera menos relevante en la evaluación de calidad, dado que el funcionamiento de las tecnologías digitales no presenta las mismas tolerancias que el de las analógicas;
- f) que, con la evaluación de los sistemas de televisión digital, resulta indispensable que el sistema se encuentre por encima del umbral;
- g) que el análisis subjetivo de la calidad de la imagen no puede utilizarse como medida para calcular el nivel de interferencia o las relaciones de protección necesarias de los sistemas digitales;
- h) que la planificación satisfactoria de los sistemas digitales requiere el establecimiento de operaciones que cuenten con un margen suficiente por encima del umbral de señal casi sin error (QEF, *quasi error free*), teniendo en cuenta las variables de tiempo y ubicación;
- j) que para determinar el umbral de la condición QEF se utiliza la BER después de la decodificación de Viterbi (vBER);
- k) que para establecer el umbral de errores visibles se emplea el método de punto de fallo subjetivo (SFP, *subjective failure point*);

l) que se necesitan metodologías de campo para que las Administraciones y Miembros de Sector puedan evaluar la calidad de recepción de la cobertura de la radiodifusión de televisión digital terrenal (RTDT),

recomienda

1 que se utilice el modelo para describir la calidad de recepción objetiva de las señales digitales basado en los valores calculados de proporción de bits erróneos (BER) e intensidad de campo, de conformidad con el § 3 del Anexo 1;

2 que para la red multifrecuencia (MFN) se utilice la escala de calidad que figura en los Cuadros 1 y 2 del § 3.1 del Anexo 1;

3 que para la red de frecuencia única (SFN) se utilicen las escalas de calidad que figuran en el Cuadro 3 del § 3.2 y el Cuadro 2 del § 3.1 del Anexo 1;

4 que se utilicen los métodos de medición descritos en los § 5, 6 y 7 del Anexo 1.

Anexo 1

Método normalizado para la evaluación objetiva de la calidad de recepción de las señales de radiodifusión de televisión digital del Sistema B

1 Evaluación objetiva de la calidad de recepción

La cobertura de una zona específica, determinada utilizando un método de predicción, debe verificarse mediante mediciones *in situ* para evaluar los resultados de la predicción. En términos de calidad, gracias a un método de predicción es posible identificar la zona de cobertura utilizando la «probabilidad de emplazamiento». Del mismo modo, puede evaluarse el concepto de «calidad percibida», relativa al usuario final, utilizando métodos de medición. El sistema de recepción de televisión digital terrenal se basa en un «umbral» y la calidad percibida depende de tres factores: el acceso al servicio, la disponibilidad de tiempo y la disponibilidad de emplazamiento.

La aplicación de este método comprende dos procesos distintos: la evaluación del nivel de la señal y la evaluación de la calidad.

El factor del entorno de recepción es irrelevante para el proceso de evaluación de la calidad¹. Se entiende que el proceso de evaluación de la calidad se basa en el mínimo nivel de señal aplicado a un entorno específico en el marco de un régimen de planificación de RTDT de una administración en el que la derivación del mínimo nivel de señal tendría en cuenta los entornos de recepción pertinentes. Asimismo, se supone que el régimen de planificación de RTDT tiene presente la disponibilidad de emplazamiento.

¹ Éste se aplica principalmente a la recepción fija y en condiciones de recepción estables. Conviene tener muy presente la propagación troposférica cuando las contribuciones detectables caen cerca o fuera del intervalo de guarda.

Para una recepción fija y unas condiciones de recepción variables en el tiempo, se utiliza un método estadístico. Han de tomarse varias muestras de la intensidad de campo y la BER durante un periodo de tiempo significativo y se deben calcular los valores de Q para cada muestra. El valor Q superado durante más de un porcentaje de tiempo determinado (por ejemplo, el 90%) de las muestras representa el valor de la calidad de la cobertura.

Si, de acuerdo con el régimen de planificación, no se alcanza la intensidad de campo necesaria en un entorno de recepción concreto, el servicio deja de cumplir automáticamente el requisito de evaluación de la calidad.

2 Parámetros que se han de evaluar

Como se indica en el § 2.6 de la actual versión de la Recomendación UIT-R SM.1682, los parámetros que han de evaluarse son la intensidad de campo y la proporción de bits erróneos (BER) después de cada etapa de decodificación (se sugiere, en este caso, obtener la BER antes y después de la decodificación de Viterbi (cBER y vBER)). Se utiliza la BER después de la decodificación de Viterbi (vBER) para determinar el umbral de condición casi sin error (QEF). Otro parámetro que ha de registrarse durante la medición es la tasa de errores de modulación (MER, *modulation error ratio*) en el emplazamiento de transmisión. La MER representa una forma sintética de análisis de constelación. Si el valor de MER en el emplazamiento de transmisión es inferior al valor establecido², deben interrumpirse las mediciones para evitar un posible fallo de transmisión. Se ha observado que, en ciertas administraciones, puede haber distintas clases de rendimiento de MER correspondiente a *tipos de servicio* para diferentes tipos de servicios de transmisión, según se indica a continuación:

Tipo de servicio	Objetivo de rendimiento de servicio (MER)
Servicio de transmisión primario que puede alimentar servicios de transmisión secundarios, requiere una calidad de referencia apropiada para la cobertura de zonas urbanas, suburbanas y rurales.	> 35 dB
Servicio de retransmisión secundario que se alimenta de RF a partir del servicio transmisor primario y se reconstituye o se modula de nuevo para la retransmisión en una canal de salida distinto del de entrada.	> 33 dB
Traductor terciario o en servicio de repetidor de canal que se alimenta de RF sin emisiones reales a partir del servicio transmisor primario y se procesa por FI únicamente para transmitir ya sea en un canal distinto, ya en el mismo canal en caso de un repetidor en el mismo canal (OCR, <i>on-channel repeater</i>), es intrínsecamente un servicio de menor potencia, tiene una zona de cobertura relativamente menor y puede alimentarse a partir de un servicio retransmisor secundario.	> 30 dB

3 Escala de calidad objetiva del Sistema B

Es bien sabido que la intensidad de campo medida en los emplazamientos de recepción varía según la ubicación y la altura de la antena receptora. La variabilidad, para un valor fijo de la densidad de flujo de potencia (dfp), depende de la combinación de amplitud y fase de los diversos trayectos que llegan a la antena receptora. La variabilidad es más acentuada para las señales de onda continua (CW) que para las señales de banda ancha. Los trayectos de reflexión pueden afectar positiva o negativamente. Las contribuciones negativas están relacionadas con la interferencia entre símbolos que aparece cuando el retardo de uno o más trayectos es superior al intervalo de guarda. Las contribuciones positivas aparecen cuando el retardo del trayecto es inferior al intervalo de guarda. La presencia de diversos trayectos dentro del tramo del intervalo de guarda puede dar lugar a

² El mínimo valor aceptable de MER se incluye en la especificación de los transmisores y los contratos de rendimiento operativos.

contribuciones aditivas o sustractivas dependiendo de la aplicación de decodificación por decisión programable de Viterbi, la existencia de ventanas de búsqueda fijas o en movimiento y la fase de los trayectos. La relación lineal no intrínseca existente entre la decodificación de Viterbi, los niveles de protección y la dispersión temporal y espacial da como resultado una baja correlación entre la intensidad de campo y la BER, como indica el análisis de miles de datos extraídos del examen sobre el terreno que figura en el Informe UIT-R BT.2252.

El sistema de evaluación de la calidad de una señal analógica se basa tanto en la intensidad de campo como en una escala de evaluación subjetiva de cinco notas de calidad (Q). La Nota Q5 corresponde a «excelente» y la Nota Q1 corresponde a «muy deficiente». El umbral de aceptación se fija en la Nota Q3. En un entorno digital, la situación es muy distinta, ya que es importante tener en cuenta la diferencia entre los métodos de evaluación de la calidad de la compresión de señales de video y la evaluación de la calidad de la cobertura de radiodifusión. Para evaluar los métodos de compresión, como el MPEG, se mantiene la escala de evaluación de cinco notas. Para la evaluación objetiva de la calidad de recepción de radiodifusión parece más difícil poder utilizar un método basado en una escala de cinco notas, dada la rápida transición de una condición de servicio a una condición de no servicio. No obstante, es posible seguir utilizando la escala de cinco notas, si a cada una de ellas se le atribuye la distancia que los separa del punto de transición. Para realizar un análisis más exhaustivo de la zona de transición, se puede utilizar una escala de tres notas. La evaluación de la distancia desde el punto de transición es muy importante, pues el equipo de medición suele ubicarse antes del sistema de recepción del usuario final, generalmente compuesto por una antena, un sistema de distribución o un adaptador multimedios. *No debe confundirse* la interpretación de la evaluación objetiva de la calidad de la recepción digital con la interpretación de la evaluación de la calidad analógica.

Por tanto, en la presente Recomendación se definen las notas aplicables a la calidad de recepción en términos de margen de fallo de la señal recibida, a saber:

Nota Q1 – El nivel de la señal es inferior al mínimo objetivo de planificación.

Nota Q2 – El nivel de la señal es inferior al mínimo objetivo de planificación o el margen de error es demasiado bajo (es posible recibir la señal pero es muy probable que se produzca un fallo).

Nota Q3 – El nivel de la señal y el margen de error son ligeramente superiores a los mínimos objetivos de planificación.

Nota Q4 – El nivel de la señal y el margen de error son superiores a los mínimos objetivos de planificación.

Nota Q5 – No se detecta razonablemente ningún defecto cuantificable.

3.1 Red multifrecuencia (MFN)

En el caso de la recepción fija de MFN, debe utilizarse el Cuadro 1.

CUADRO 1³

Escala de calidad de la señal de MFN de la RTDT

BER \ Intensidad de campo	$vBER > SFP$	$QEF < vBER \leq SFP$	$vBER \leq QEF$ y relación $cBER \leq 10$	$vBER \leq QEF$ y relación $cBER$ entre 10 y 100	$vBER \leq QEF$ y relación $cBER > 100$
$E < E_{xx}$ ⁴	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Aquellas Administraciones o Miembros de Sector que prefieran utilizar un sistema simplificado para la escala de calidad de la señal, pueden sustituir las Notas Q5, Q4 y Q3 por una sola cifra como se indica en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Escala simplificada de calidad de la señal de MFN de la RTDT

BER \ Intensidad de campo	$vBER > SFP$	$QEF < vBER \leq SFP$	$vBER \leq QEF$
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3

3.2 Consideraciones relativas a la respuesta impulsiva del canal (CIR) para la SFN

Gracias a la experiencia adquirida a través de la aplicación constante de la Recomendación UIT-R BT.1735 para la evaluación de la calidad de la cobertura de SFN a gran escala, se ha observado que, en presencia de determinadas combinaciones de señales de SFN, el nivel de intensidad de campo y los parámetros BER, utilizados como en el caso de la MFN, no pueden indicar las condiciones límites con un mínimo margen en lo que respecta a la posibilidad de perder el servicio. Tales situaciones son críticas no sólo en relación con las fluctuaciones de la señal de SFN recibida en el intervalo de guarda, sino también con respecto a las posibles señales recibidas fuera de dicho intervalo.

En este último caso, la estrategia de posición de ventanas podría cambiar en relación con la variabilidad de la intensidad de campo y, en consecuencia, para determinados porcentajes de tiempo, algunas contribuciones de SFN podrían caer dentro o fuera de la ventana de recepción o del intervalo de guarda. También puede suceder que el nivel de la intensidad de campo de las contribuciones de SFN que caigan fuera de dicho intervalo aumente su valor en ciertos porcentajes de tiempo y se acerque al nivel de protección disminuyendo así la posibilidad de obtener una recepción estable. Asimismo, podría ocurrir que una o más contribuciones de SFN caigan muy cerca del borde del

³ Véase el § 4 para acrónimos, valores fijos e interpretación de la escala de los cuadros.

⁴ E_{xx} puede asimismo representar los valores de planificación elegidos por las administraciones (por ejemplo, E_{95}).

intervalo de guarda y, en función del punto de medición, se sitúen dentro o fuera del intervalo en sí, dando lugar a la variabilidad del emplazamiento en la recepción. Es preciso señalar que la distancia entre estos puntos puede ser en ocasiones muy pequeña.

Del mismo modo, es necesario considerar la reducción del nivel del margen de ruido de la señal recibida debido al aumento del ruido generado por las señales de SFN cuando se reciben con una relación de niveles muy baja (<7 dB) y sus retardos se aproximan al máximo valor admitido, se acercan mucho a la señal principal o son sincrónicos con las posiciones de repetición de los pilotos.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se propone un nuevo modelo de evaluación de la calidad de recepción para la SFN a gran escala en el que se tienen en cuenta los siguientes elementos: la relación entre QEF, SFP, cBER y vBER en el canal gaussiano y la falta de capacidad de corrección de Viterbi.

Se debe utilizar el Cuadro 1 para la recepción fija de SFN cuando $vBER < 5 \times 10^{-11}$. De lo contrario, habrá de emplearse el Cuadro 3.

CUADRO 3

Escala de calidad de la señal de SFN de la RTDT

Intensidad de campo \ BER	BER				
	$vBER > SFP$	$QEF < vBER \leq SFP$	$vBER \leq QEF$ y $vBER > \text{curva } Q_4$	$vBER \leq \text{curva } Q_4$ y $vBER > \text{curva } Q_5$	$vBER \leq \text{curva } Q_5$
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Las Administraciones o Miembros de Sector que prefieran utilizar un sistema simplificado para la escala de calidad de la señal, pueden sustituir las Notas Q5, Q4 y Q3 por una sola cifra como se indica en el Cuadro 2.

4 Acrónimos, valores fijos e interpretación de la escala de los Cuadros

Acrónimos:

cBER: BER del canal o BER antes de la decodificación de Viterbi

vBER: BER después de la decodificación de Viterbi

Relación cBER = $cBER_{min}/cBER$

QEF: Casi sin errores

SFP: Punto de fallo subjetivo

E^5_{xx} : Mínimo valor mediano del nivel de intensidad de campo necesario para alcanzar una probabilidad de emplazamiento del xx%. No se ha de confundir con la mínima intensidad de campo equivalente en el lugar de recepción por encima de la cual debe garantizarse la protección contra las interferencias (véase la Recomendación UIT-R BT.1368 para el cálculo de la mínima intensidad de campo).

⁵ E_{xx} también puede representar el valor de planificación escogido por las administraciones.

La CRR-06 o GE06 y la Recomendación UIT-R BT.1368 adoptaron para (xx) un valor de 95%. El valor E_{xx} dependerá de la configuración establecida.

La relación $cBER$ es un parámetro introducido para indicar el rendimiento del canal en términos de la $cBER$ calculada en relación con la $cBER_{mín}$. La $cBER_{mín}$ es el valor presentado cuando la $vBER$ es igual a QEF y depende de la velocidad de código adoptada.

Los valores de $cBER_{mín}$ para las configuraciones más utilizadas se enumeran a continuación en el Cuadro 4. Cabe señalar que estos valores no varían con la frecuencia o el esquema de modulación.

CUADRO 4

Valores de $cBER_{mín}$ para diferentes velocidades de código

Velocidad de código	$cBER_{mín}$
2/3	4×10^{-2}
3/4	2×10^{-2}

Valores fijos

$$SFP = 6,4 \times 10^{-3}$$

$$QEF = 2 \times 10^{-4}$$

$$\text{Curva Q4} = a \cdot e^{-b \cdot cBER}$$

$$\text{Curva Q5} = a \cdot e^{-d \cdot cBER}$$

y las constantes a, b, c, d obtenidas durante las pruebas de laboratorio y las realizadas sobre el terreno:

$$a = 10^{-5}$$

$$b = 6 \times 10^3$$

$$c = 5 \times 10^{-7}$$

$$d = 4 \times 10^4$$

4.1 Interpretación de la escala del Cuadro 1

La escala de calidad representa la distancia desde el punto de transición. Dicho punto comienza en QEF y termina en el denominado punto de «efecto acantilado» (SPF). Cada valor Q es una función de E y BER.

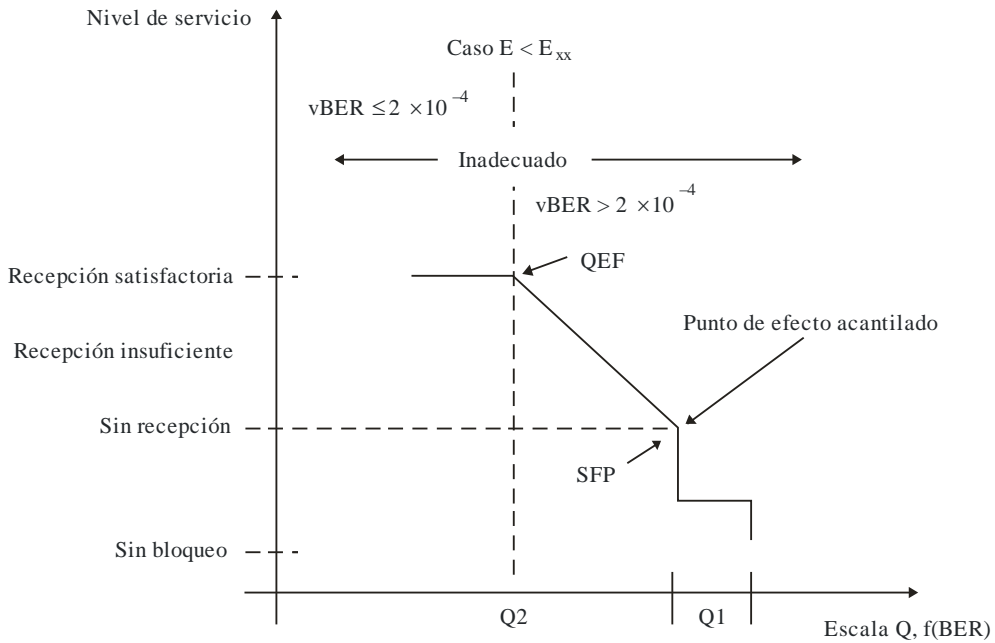
El punto Q2 en la primera línea horizontal del Cuadro 1 indica que la intensidad de campo es inferior al mínimo valor asignado en la planificación. En este caso, no puede garantizarse la protección contra la interferencia. Su interpretación aparece reflejada en la Fig. 1A.

El punto Q2 en la segunda línea horizontal del Cuadro 1 indica que se ha alcanzado el umbral QEF y puede aparecer el «efecto acantilado». Su interpretación aparece reflejada en la Fig. 1B.

En el caso de la Fig. 1A, es posible pasar a Q3 incrementando la potencia de transmisión o modificando el diagrama de la antena. En el caso de la Fig. 1B, es posible pasar a Q3 reduciendo la interferencia o el nivel de interferencia multitrayecto.

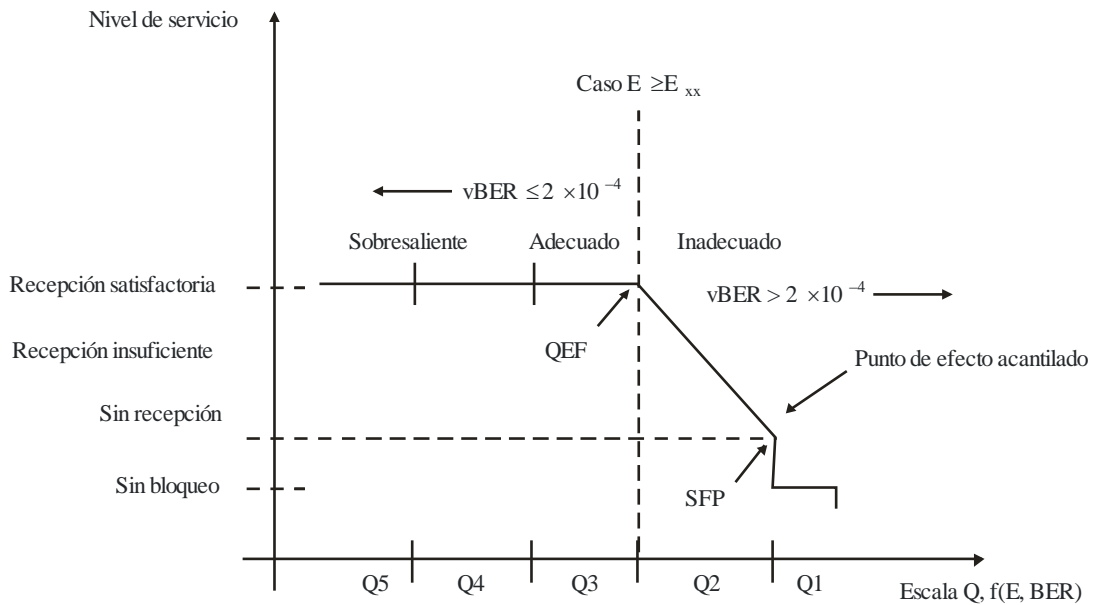
El problema es que el seguimiento de la recepción de RTDT muestra que, en cualquier punto de recepción concreto, el desvanecimiento temporal de las señales deseadas (o el aumento de las señales interferentes) genera transiciones entre las señales recibidas instantáneamente «adecuadas» e «inadecuadas». Como tal, se considera que la Nota 2 presenta una región de transición en la cual la calidad de recepción no es «fiable», pero puede o no presentar una imagen visible en cualquier momento.

FIGURA 1A



BT.1735-01a

FIGURA 1B



BT.1735-01b

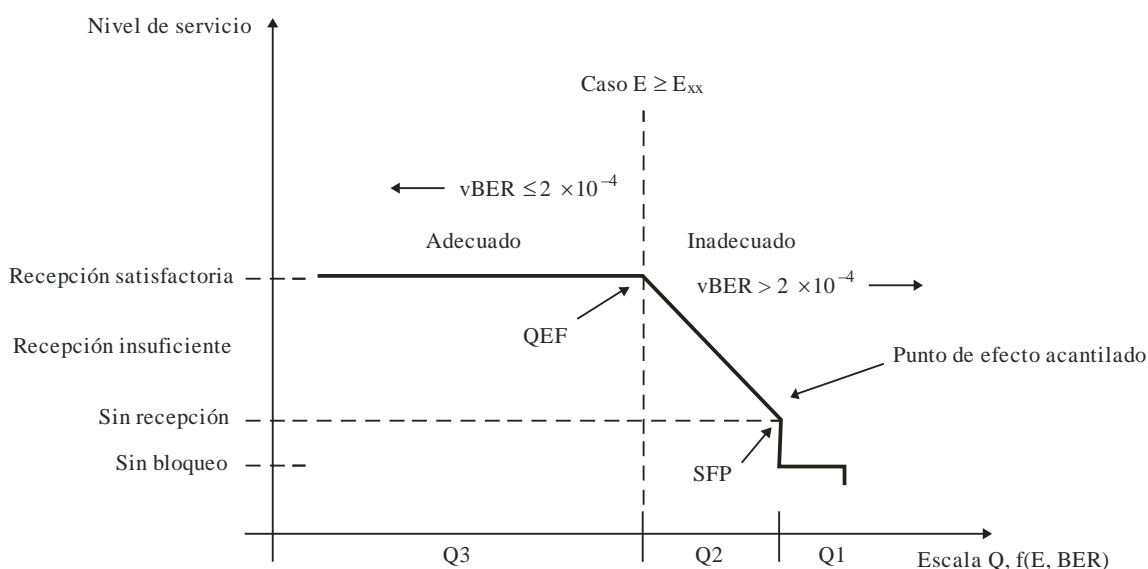
4.2 Interpretación de la escala del Cuadro 2

El punto Q2 en la primera línea horizontal del Cuadro 2 indica que la intensidad de campo es inferior al mínimo valor asignado en la planificación. En este caso, no puede garantizarse la protección contra la interferencia. Su interpretación aparece reflejada en la Fig. 1A.

El punto Q2 en la segunda línea horizontal del Cuadro 2 indica que se ha alcanzado el umbral QEF y puede aparecer el «efecto acantilado». Su interpretación aparece reflejada en la Fig. 1C.

En el caso de la Fig. 1A, es posible pasar a la Nota Q3 incrementando la potencia de transmisión o modificando el diagrama de la antena. En el caso de la Fig. 1C, es posible pasar a Q3 reduciendo la interferencia o el nivel de interferencia multitrayecto.

FIGURA 1C



BT.1735-01c

4.3 Interpretación de la escala del Cuadro 3

Es posible representar las cinco notas del Cuadro 3 en una gráfica que muestre la relación entre la cBER y la vBER.

En dicha gráfica se representan las seis curvas de referencia: QEF, SFP, canal gaussiano, cBER = vBER, Q4 y Q5.

Las curvas QEF y SFP se basan en la vBER y el umbral de errores visibles.

Las curvas Q4 y Q5 son funciones exponenciales donde la vBER depende de la cBER:

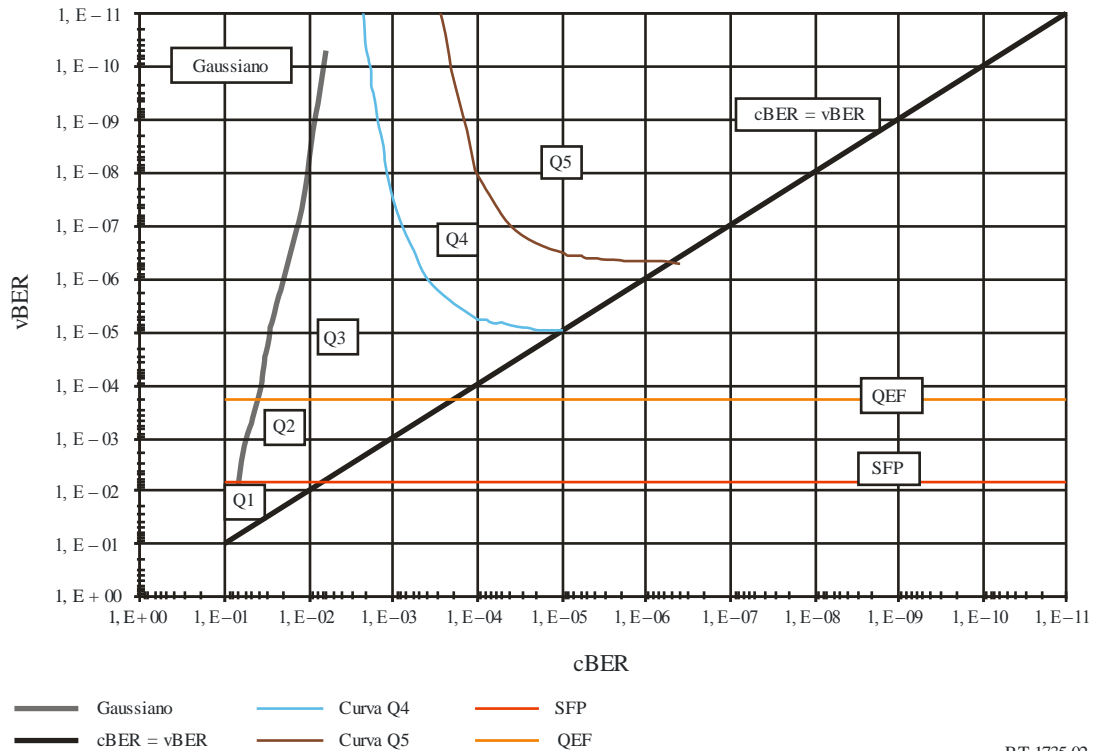
$$\text{Curva Q4: } vBER = 10^{-5} e^{-6,10^3 \cdot cBER}$$

$$\text{Curva Q5: } vBER = 5 \cdot 10^{-7} e^{-4,10^4 \cdot cBER}$$

La zona Q1 se sitúa bajo la línea de SFP; la zona Q2 está entre el SFP y la línea QEF; la zona Q3 se sitúa por encima de la línea QEF y bajo la curva Q4; la zona Q4 está entre las curvas Q4 y Q5; y la zona Q5 se sitúa por encima de la curva Q5.

FIGURA 2

Gaussiano, QEF, SFP, cBER = vBER, curvas Q4 y Q5
 MAQ 64 y CR = 2/3



BT.1735-02

5 Mediciones a altura fija

Cuando se realiza este tipo de medición, la antena receptora está situada en un mástil a una altura de aproximadamente 10 m sobre el nivel del suelo, de manera que la antena esté por encima de cualquier obstáculo u obstrucción local. Los resultados de las mediciones pueden reproducirse en cualquier momento con un sistema de recepción fija, que suele encontrarse en las estaciones de comprobación técnica. Las mediciones a altura fija resultan de utilidad únicamente en las evaluaciones formales, generalmente realizadas a una altura de 10 m sobre el nivel del suelo (la altura es la misma que se utiliza en el método de predicción de propagación adoptado para la planificación).

En situaciones reales, la intensidad de campo medida depende de la composición de fase de los diversos trayectos de recepción. Por consiguiente, el resultado final dependerá tanto de la ubicación de la antena receptora como de la variación vertical de la intensidad de campo. Utilizando antenas receptoras de media longitud de onda, pueden darse tres situaciones distintas:

- la diferencia entre los máximos valores de la variación vertical de la intensidad de campo es inferior a la mitad de la longitud de onda: la intensidad de campo medida es equivalente al campo de trayecto directo;
- la diferencia entre los máximos valores de la variación vertical de la intensidad de campo es superior a la mitad de la longitud de onda: la intensidad de campo medida puede ser inferior o superior al campo de trayecto directo;
- el primer valor máximo es superior a 10 m: la intensidad de campo medida aumenta con la altura.

Puede realizarse la medición a altura fija para caracterizar la zona de servicio únicamente si los resultados obtienen las Notas Q4 y Q5, lo que significa que la intensidad de campo es superior a $E_{mín}$ y no hay perturbaciones en el canal de transmisión. En estos casos, es posible asociar el valor medido con una «zona de validez». La extensión de la zona de validez debe determinarse basándose en el entorno, la distancia desde el transmisor, la variación vertical de la intensidad de campo y la altura del primer valor máximo de la intensidad de campo. La experiencia en la evaluación de señales analógicas de MFN indica que el radio de la zona de validez es de 10 km como máximo.

Los resultados de calidad objetiva Q5 y Q4 indican que el servicio evaluado ha logrado una cobertura «sobresaliente».

Si los resultados de calidad objetiva de la recepción son inferiores a Q4, es necesario evaluar la variación vertical de la intensidad de campo y, por último, la variación horizontal de la intensidad de campo.

En tal caso, o cuando se utiliza el método simplificado, ha de reducirse la extensión de la zona de validez.

En la SFN, la extensión de la zona de validez depende de la evaluación de la CIR. Para las redes de frecuencia única que tengan contribuciones que caigan dentro del 50% del intervalo de guarda y logren resultados de calidad objetiva de la recepción Q5 o Q4, puede utilizarse una zona máxima de 10 km.

Para las SFN que tengan contribuciones que caigan cerca del borde del intervalo de guarda o junto al mismo, o cuyos resultados objetivos de calidad de la recepción sean inferiores a Q4, debe tenerse en cuenta un radio de validez menor que el antes mencionado.

6 Variación vertical de la intensidad de campo

La intensidad de campo y la BER cambian continuamente durante el proceso de emplazamiento de antena hasta 10 m sobre el nivel del suelo. Los valores dependen de las distintas combinaciones de trayectos y de las obstrucciones a baja altura. Si la calidad objetiva evaluada es inferior a Q4 con una antena situada a unos 10 m, es necesario verificar si se ha superado la nota de calidad objetiva Q3 durante el proceso de emplazamiento. Debe encontrarse la posición de la antena más adecuada a la recepción. La nota de calidad objetiva obtenida en este caso se registra como válida y se incluye la variación vertical (VV) en los resultados de la medición. Se ha comprobado que el radio de la zona de validez puede llegar hasta 2 km.

El resultado Q3 de calidad objetiva se asemeja al grado de nivel de cobertura adoptado en el sistema planificado.

7 Variación horizontal de la intensidad de campo

Si al utilizar el método de la variación vertical de la intensidad de campo la evaluación de la calidad objetiva da siempre un resultado inferior a Q3, es necesario verificar si este resultado depende de una mala elección del punto de medición o si tiene relación con la zona que se evalúa.

En estos casos, es necesario seleccionar otros puntos de medición cercanos al primero. Si los resultados que se obtienen en los nuevos puntos siguen dando una calidad objetiva inferior a Q3, debe registrarse como más significativo el mejor resultado obtenido así como la gama de validez relativa. La gama de validez debe ser más amplia cuanta más distancia haya entre los puntos de medición.