



Ente Nacional de Comunicaciones

Norma Técnica ENACOM-Q2-63.02 V23.1

EQUIPOS INTEGRANTES DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA

Capítulo I: Definiciones y Requisitos

1. Objetivo

Especificar las condiciones mínimas necesarias que deben cumplir los equipos que integran *Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha*, que favorezcan el uso eficaz y eficiente del espectro radioeléctrico.

Establecer los métodos de ensayos para ser utilizados por los laboratorios en la comprobación de las especificaciones.

2. Alcance

Esta Norma se aplicará a los equipos que posean al menos una interfaz que utilice técnicas de modulación digital de banda ancha.

Son ejemplos de tecnologías cubiertas por esta Norma:

- IEEE 802.11xx;
- Bluetooth LE;
- IEEE 802.15.4 (Zigbee);
- DSSS;
- OFDM.

Cabe aclarar que la lista que antecede no es exhaustiva, por lo que otras aplicaciones y tecnologías podrían ser alcanzadas por esta reglamentación a consideración de ENACOM.



Ente Nacional de Comunicaciones

3. Definición de términos y abreviaturas

Se adoptan las siguientes definiciones y abreviaturas, al solo efecto de este documento.

3.1. Definiciones

Ancho de banda nominal: anchura de banda configurable en el *Equipo Bajo Prueba*, especificada por el fabricante.

Dispositivo Cliente (DC): Equipo cuyas transmisiones se encuentran bajo el control de un punto de acceso y no es capaz de iniciar una red.

Dispositivo Subordinado (DS): Equipo cuyas transmisiones se encuentran bajo el control de un punto de acceso. No posee una conexión directa a Internet, ni debe ser utilizado para conectar dispositivos ubicados en edificios o estructuras separadas.

Módulo: Dispositivo compuesto por un transmisor/transceptor de radiofrecuencia, un circuito de adaptación para conexión de antena, con o sin sistema irradiante, y un circuito de estabilización de alimentación eléctrica, cuyo funcionamiento puede ser evaluado en modo autónomo (*stand alone*) bajo las condiciones requeridas por esta norma, diseñado principalmente para ser incorporado dentro de otro equipo.

Punto de Acceso (PA): transmisor/receptor que tiene la capacidad de transmitir sin recibir una señal de habilitación y puede operar como puente en una conexión extremo a extremo, como enlace entre los segmentos cableados e inalámbricos de una red o como retransmisor entre segmentos inalámbricos de una red.

Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (SMDBA): Sistemas que emplean técnicas de modulación que recurren a códigos digitales para la ampliación del espectro de las señales a transmitir. Son ejemplos, las técnicas de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) o la de portadoras múltiples mutuamente ortogonales (OFDM). Quedan expresamente excluidos de esta categoría los Sistemas de Salto de Frecuencia.

Sistemas de Salto de Frecuencia (SSF): Sistemas que emplean la técnica de ensanchamiento del espectro en la cual el equipo utiliza un cierto número de frecuencias portadoras dentro de la banda de operación, seleccionadas en forma pseudoaleatoria, cada una por un determinado periodo de tiempo, referido como tiempo de permanencia.



Ente Nacional de Comunicaciones

3.2. Abreviaturas

BW	Anchura de Banda Ocupada
DC	Dispositivo Cliente
DS	Dispositivo Subordinado
DSSS	Direct-Sequence Spread Spectrum
EBP	Equipo Bajo Prueba
ENACOM	Ente Nacional de Comunicaciones
OFDM	Orthogonal Frequency -Division Multiplexing
RF	Radiofrecuencia
PA	Punto de Acceso
RAMATEL	Registro de Actividades y Materiales de Telecomunicaciones
SMDBA	Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha
SSF	Sistemas de Salto de Frecuencia



Ente Nacional de Comunicaciones

4. Preparación del Equipo Bajo Prueba (EBP)

4.1. El solicitante proveerá al laboratorio al menos una muestra representativa, en cuanto a su funcionamiento, del modelo de producción. La misma constituirá, a los fines de este documento, el *Equipo Bajo Prueba (EBP)*.

4.2. El *EBP* estará identificado con su correspondiente marca, modelo, país de origen y número de serie. En caso de prototipos, el solicitante deberá identificarlos individualmente de manera que puedan ser fácilmente distinguidos.

4.3. Se presentará acompañado de la documentación técnica necesaria para permitir el funcionamiento establecido en los métodos de ensayos.

4.4. El *EBP* deberá poder ensayarse en los canales de menor y mayor frecuencia de operación previstos para el modelo. Para el caso de equipos cuya sintonía no pueda ser ajustada durante las mediciones, deberán presentarse dos muestras, una sintonizada en el canal de frecuencia mínima y otra en el canal de frecuencia máxima.

4.5. Si el modelo está diseñado para operar con distintas potencias, el *EBP* se ajustará al máximo nivel de potencia contemplado para el modelo de producción.

4.6. Ante la necesidad de uso de adaptadores, conectores, cables o kits de medición especiales, estos serán facilitados por el solicitante.

4.7. Deberá contar con las facilidades de configuración (software, firmware, etc.) que permitan el funcionamiento establecido en los métodos de ensayos.

4.8. Si determinado ensayo requiere el uso de otro equipo, similar al *EBP*, como contraparte del mismo, deberá ser facilitado por el solicitante.

4.9. Si el modelo presenta cualquier automatismo u otra característica particular que impida el normal registro por parte del instrumental del laboratorio de los valores medidos (por ejemplo: control automático de potencia, control automático de modulación, etc.), el *EBP* deberá ser acompañado por un software de prueba adecuado que permita su ensayo bajo las condiciones establecidas en esta norma.

4.10. Durante las mediciones no podrá, bajo ningún aspecto, modificarse el hardware del *EBP*. Para la confección del informe se utilizarán solo la/s muestra/s seleccionada/s, no pudiéndose cambiar ninguna de ellas hasta la finalización de las verificaciones.

4.11. El *ENACOM* se reserva el derecho de solicitar documentación técnica, muestras y/o nuevos ensayos sobre el producto homologado en cualquier momento durante la vigencia de la inscripción en el *RAMATEL*.



Ente Nacional de Comunicaciones

5. Requisitos técnicos

5.1. Generales

El modelo de equipo homologado deberá cumplir con las especificaciones de esta normativa para todas las condiciones de funcionamiento en las que se prevé su comercialización, más allá de las condiciones en las que fuese ensayado.

Estarán permitidas las emisiones en dos o más segmentos del espectro no contiguos (por ej. el modo 80+80 MHz de IEEE 802.11ac); y las emisiones que crucen el límite entre dos bandas adyacentes atribuidas (el canal 144 de IEEE 802.11ac, por citar un caso). En estas situaciones, se deberá cumplir con los límites y condiciones propias de cada banda.

En todos los casos, y en especial en módulos homologados, deberá asegurarse que luego de su instalación, las emisiones cumplan con los límites indicados en esta Norma.

5.2. Bandas de operación

Las bandas de operación de los equipos abarcados por esta normativa, definidas por el rango de frecuencias que son emitidas intencionalmente por el transmisor, deberán estar contenidas dentro de al menos una de las siguientes bandas atribuidas en la normativa argentina vigente:

- 902 – 915 MHz;
- 915 – 928 MHz;
- 2400 – 2483,5 MHz;
- 5150 – 5250 MHz;
- 5250 – 5350 MHz;
- 5470 – 5600 MHz;
- 5650 – 5725 MHz;
- 5725 – 5850 MHz;
- 5925 – 7125 MHz;
- 57 – 71 GHz.



Ente Nacional de Comunicaciones

5.3. Antenas

Los equipos destinados a ser utilizados como Puntos de Acceso o Dispositivos Subordinados que operen en la banda de 5925 a 7125 MHz, deberán estar provistos de una antena integrada (permanentemente unida al equipo). Quedan exceptuados de este requisito los módulos.

Los equipos que operen en las otras bandas alcanzadas por esta normativa podrán estar provistos de una antena integrada, una antena desmontable y/o de un conector de antena externo.

En el caso de los equipos que se comercialicen provistos de una antena integrada o una antena desmontable, el solicitante deberá especificar en la solicitud de inscripción en el *RAMATEL* el tipo de antena y sus características técnicas.

Los equipos que se comercialicen provistos de un conector de antena externo deberán contar con un control de potencia que permita ajustar la potencia de salida del transmisor, en función de la ganancia de la antena utilizada, de forma de cumplir con los requisitos de esta Norma. El solicitante deberá especificar en la solicitud de inscripción en el *RAMATEL* el mecanismo de ajuste de la potencia de salida del transmisor.

Los modelos de equipos cuyos transmisores sean idénticos, pero que se comercialicen con antenas distintas, deberán inscribirse en el *RAMATEL* de forma independiente.

5.4. Características constructivas y modos de operación de los dispositivos que operen en la banda de 5925 a 7125 MHz.

Dado que la operación de Puntos de Acceso y Dispositivos Subordinados en esta banda está restringida al interior de edificaciones únicamente, los equipos serán energizados desde una conexión cableada y no podrán ser alimentados con baterías, así como tampoco tendrán características que posibiliten su uso a la intemperie.

El solicitante deberá tomar las medidas necesarias para informar a los usuarios que el uso de estos equipos está restringido a interiores. Se recomienda, por ejemplo, incorporar información sobre dicha restricción en una etiqueta, en el empaque y/o en el manual de usuario del equipo.

Los dispositivos móviles (teléfonos celulares, tablets, notebooks, etc.) solo podrán funcionar como Dispositivos Clientes, no pudiendo iniciar una red o conectarse con otros clientes (modo Hotspot o similar).

El solicitante deberá declarar en la solicitud de inscripción en el *RAMATEL* las características constructivas y las restricciones de funcionamiento que dan cumplimiento a lo aquí establecido.



Ente Nacional de Comunicaciones

5.5. Parámetros radioeléctricos

5.5.1. Ganancia de antena

La ganancia de antena deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Banda	Tipo de enlace	Ganancia de antena
902 – 928 MHz	Todos los enlaces	Si supera 6 dBi la potencia máxima de salida del transmisor debe ser reducida en la cantidad de dB en que la ganancia direccional de la antena exceda los 6 dBi.
2400 – 2483,5 MHz	Punto a punto	Si supera 6 dBi, se debe reducir 1 dB el límite de potencia media conducida máxima del transmisor por cada 3 dB que la antena supera los 6 dBi.
	Otros tipos de enlaces	Si supera 6 dBi, se debe bajar 1 dB el límite de potencia media conducida máxima del transmisor por cada dB que la antena supera los 6 dBi.
5150 – 5250 MHz	Punto a punto	Si supera 23 dBi la potencia máxima de salida del transmisor debe ser reducida en la cantidad de dB que exceda los 23 dBi.
	Otros tipos de enlaces	Si supera 6 dBi la potencia máxima de salida del transmisor debe ser reducida en la cantidad de dB que exceda los 6 dBi.
5250 – 5350 MHz 5470 – 5600 MHz 5650 – 5725 MHz	Todos los enlaces	Si supera 6 dBi la potencia máxima de salida del transmisor debe ser reducida en la cantidad de dB en que la ganancia direccional de la antena exceda los 6 dBi.
5725 – 5850 MHz	Punto a punto	Se podrán usar antenas con ganancia mayor a 6 dBi, sin que resulte necesario reducir la potencia máxima de salida del transmisor.
	Otros tipos de enlaces	Si supera 6 dBi la potencia máxima de salida del transmisor debe ser reducida en la cantidad de dB en que la ganancia de la antena exceda los 6 dBi.
5925 – 7125 MHz	Todos los enlaces	Para <i>Puntos de Acceso y Dispositivos Subordinados</i> , la ganancia de antena será tal que la P.I.R.E. máxima no supere los 30 dBm. Para <i>Dispositivos Clientes</i> , la ganancia de antena será tal que la P.I.R.E. máxima no supere los 24 dBm.



Ente Nacional de Comunicaciones

Banda	Tipo de enlace	Ganancia de antena
57 – 71 GHz	Punto a punto exterior	Si es inferior a 51 dBi se reducirán la P.I.R.E. promedio y la P.I.R.E. pico en 2 dB por cada dB que la ganancia sea inferior a 51 dBi; sin requerir que dichos niveles de P.I.R.E. se reduzcan por debajo de 40 y 43 dBm respectivamente.
	Otros tipos de enlaces	La ganancia de antena será tal que la P.I.R.E. promedio no exceda de 40 dBm y la P.I.R.E. máxima no exceda de 43 dBm.

Tabla 1 – Especificaciones de ganancia de antena

En el caso de los equipos que se comercialicen provistos de una antena integrada o de una antena desmontable, previo a la realización de los ensayos, el solicitante deberá declarar al laboratorio la ganancia de antena del equipo y el tipo de enlace a emplear por el mismo de forma que dicha información sea contemplada para establecer el límite de potencia conducida.

5.5.2. Potencia media conducida

El nivel de potencia media conducida deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite
902 – 928 MHz	30 dBm
2400 – 2483,5 MHz	30 dBm
5150 – 5250 MHz	17 dBm
5250 – 5350 MHz	24 dBm
5470 – 5600 MHz	24 dBm
5650 – 5725 MHz	24 dBm
5725 – 5850 MHz	30 dBm
5925 – 7125 MHz	Para PA y DS: 30 dBm - $G^{(1)}$ Para DC: 24 dBm - $G^{(1)}$
57 – 71 GHz	40 dBm - $G^{(1)(2)}$

Tabla 2 – Especificaciones de potencia conducida del transmisor

- (1) G: ganancia de antena declarada por el solicitante, expresada en dBi. En los casos de módulos o DC provistos de un conector de antena externo, se asumirá un valor de G igual a 0 dBi.



Ente Nacional de Comunicaciones

- (2) Para transmisores cuyo ancho de banda de emisión medido a 6 dB, sea mayor o igual a 100 MHz, la potencia conducida pico no excederá de 500 mW. Para transmisores con un ancho de banda de emisión medido a 6 dB, menor a 100 MHz, la potencia conducida pico no excederá del producto de 500 mW por el ancho de banda dividido 100 MHz.

En todos los casos el límite se verá afectado en función de la ganancia de antena declarada por el solicitante según lo especificado en 5.5.1.

5.5.3. Anchura de banda ocupada

- ***Equipos que operen en la banda de 902 a 928 MHz***

La anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz entre puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel, será por lo menos de 500 kHz.

- ***Equipos que operen en la banda de 2400 a 2483,5 MHz***

La anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz entre puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel, será por lo menos de 500 kHz.

- ***Equipos que operen en las bandas de 5150 a 5250, 5250 a 5350, 5470 a 5600 y 5650 a 5725 MHz***

Se presentará el gráfico de la anchura de banda del espectro de emisión medida entre los puntos extremos correspondientes a una caída de 26 dB, respecto al punto de mayor nivel. La resolución espectral utilizada se ajustará a aproximadamente el 1 % de la anchura de banda ocupada (*BW*).

- ***Equipos que operen en la banda de 5725 a 5850 MHz***

La anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz entre puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel, será por lo menos de 500 kHz.

- ***Equipos que operen en la banda de 5925 a 7125 MHz***

La anchura de banda del espectro de emisión medida entre puntos extremos correspondientes a una caída de 26 dB, respecto al punto de mayor nivel, será menor de 320 MHz.

- ***Equipos que operen en la banda de 57 a 71 GHz***

Se presentará el gráfico de la anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz, entre los puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel.



Ente Nacional de Comunicaciones

Banda	Límite	Condición	Anchura de banda de resolución
902 – 928 MHz	≥ 500 kHz	6 dB respecto al mayor nivel	100 kHz
2400 – 2483,5 MHz	≥ 500 kHz	6 dB respecto al mayor nivel	100 kHz
5150 – 5250 MHz	- - -	26 dB respecto al mayor nivel	1 % de BW
5250 – 5350 MHz	- - -	26 dB respecto al mayor nivel	1 % de BW
5470 – 5600 MHz	- - -	26 dB respecto al mayor nivel	1 % de BW
5650 – 5725 MHz	- - -	26 dB respecto al mayor nivel	1 % de BW
5725 – 5850 MHz	≥ 500 kHz	6 dB respecto al mayor nivel	100 kHz
5925 – 7125 MHz	≤ 320 MHz	26 dB respecto al mayor nivel	1 % de BW
57 – 71 GHz	- - -	6 dB respecto al mayor nivel	100 kHz

Tabla 3 – Especificaciones de anchura de banda ocupada

5.5.4. Densidad de potencia espectral conducida

La densidad de potencia espectral conducida del transmisor deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite	Anchura de banda de resolución
902 – 928 MHz	8 dBm	3 kHz
2400 – 2483,5 MHz	8 dBm	3 kHz
5150 – 5250 MHz	4 dBm	1 MHz
5250 – 5350 MHz	11 dBm	1 MHz
5470 – 5600 MHz	11 dBm	1 MHz
5650 – 5725 MHz	11 dBm	1 MHz
5725 – 5850 MHz	8 dBm	3 kHz
5925 – 7125 MHz	Para PA y DS: 5 dBm - G ⁽¹⁾ Para DC: -1 dBm - G ⁽¹⁾	1 MHz
57 – 71 GHz	13 dBm - G ⁽¹⁾	1 MHz

Tabla 4 – Especificaciones de densidad de potencia espectral conducida

(1) G: ganancia de antena declarada por el solicitante, expresada en dBi.



Ente Nacional de Comunicaciones

5.5.5. Emisiones no deseadas conducidas

- ***Equipos que operen en las bandas de 902 a 928 MHz y 2400 a 2483,5 MHz***

La potencia de las emisiones no deseadas en cualquier banda fuera de la banda de operación del transmisor deberá estar atenuada por lo menos 30 dB respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 100 kHz.

Se evaluarán las emisiones no deseadas hasta por lo menos la 2ª armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo.

Para equipos que hayan verificado cumplir con el límite de potencia media conducida utilizando el método de medición alternativo que se detalla en 7.1.3, el límite es de 20 dBc.

- ***Equipos que operen en las bandas 5150 – 5250; 5250 – 5350; 5470 – 5600; 5650 – 5725 y 5725 – 5850 MHz***

La potencia de las emisiones no deseadas deberá estar atenuada, con respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 1 MHz:

- En 20 dB a 1 MHz del borde del canal;
- En 30 dB en frecuencias alejadas más de 1,5 veces el ancho de banda nominal del centro de canal;
- Para frecuencias alejadas entre 1 MHz del borde del canal y 1,5 veces el ancho de banda nominal, el límite debe ser interpolado linealmente entre 20 y 30 dB.

Se evaluarán las emisiones no deseadas hasta por lo menos la 2ª armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo.

- ***Equipos que operen en las bandas 5925 – 7125 MHz***

La potencia de las emisiones no deseadas deberá estar atenuada, con respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 1 MHz:

- En 20 dB a 1 MHz del borde del canal;
- En 40 dB en frecuencias alejadas más de 1,5 veces el ancho de banda nominal del centro de canal;
- Para frecuencias alejadas entre 1 MHz del borde del canal y 1,5 veces el ancho de banda nominal, el límite debe ser interpolado linealmente entre 20 y 40 dB.



Ente Nacional de Comunicaciones

Se evaluarán las emisiones no deseadas hasta por lo menos la 2ª armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo.

- **Equipos que operen en la banda de 57 a 71 GHz**

La potencia de las emisiones no deseadas en el dominio fuera de banda deberá estar atenuada, con respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 1 MHz, de acuerdo a los límites relativos especificados en la Figura 1.

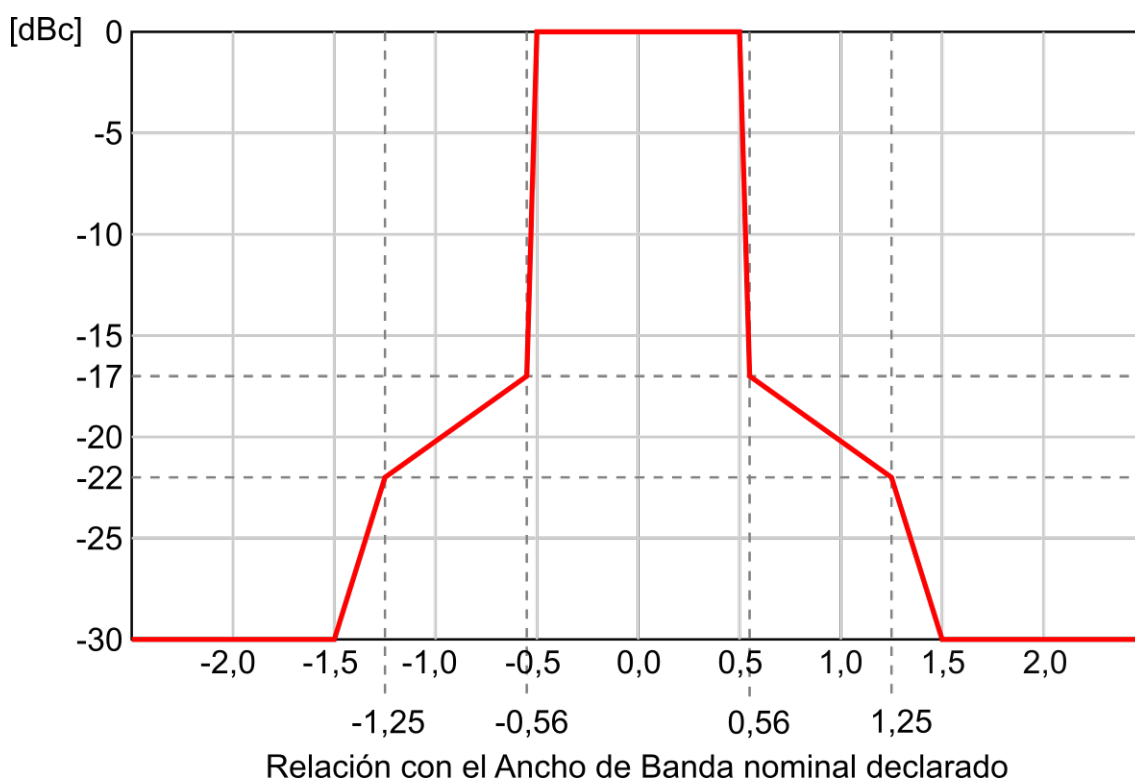


Figura 1: Máscara de transmisión para emisiones en la banda de 57 a 71 GHz



Ente Nacional de Comunicaciones

Capítulo II: Métodos de Ensayo e Informe

6. Condiciones de ensayo

6.1. Condiciones ambientales

Todas las mediciones incluidas en esta norma se llevarán a cabo, salvo que se especifique lo contrario, en *condiciones ambientales normales*.

Se considera *condición ambiental normal* a cualquier combinación de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica comprendida dentro de los siguientes límites:

Parámetro	Mínimo	Máximo
Temperatura	15 °C	35 °C
Humedad relativa	20 %	75 %
Presión atmosférica	73,3 kPa (733 mbar)	106 kPa (1060 mbar)

Tabla 5 - Condiciones ambientales normales

6.2. Condiciones de alimentación normal

Se consideran condiciones de alimentación normal a las siguientes:

- Alimentación de red eléctrica: Tensión de 220 VCA y Frecuencia de 50 ± 1 Hz;
- Baterías u otras fuentes de alimentación: Deberán generarse las condiciones de carga definidas por el fabricante.

6.3. Configuración del *EBP*

En cada ensayo, el solicitante ajustará la modulación, velocidad de transmisión y/o cualquier otro parámetro variable por software, seleccionando el esquema de funcionamiento que considere representativo para la medición.

Para equipos que cuenten con la posibilidad de configurar distintas anchuras de banda de transmisión, se comprobarán las especificaciones definidas en esta normativa para las anchuras de banda mínima y máxima configurables.

El laboratorio informará el ajuste en la descripción del ensayo correspondiente.



Ente Nacional de Comunicaciones

6.4. Selección de frecuencias de ensayo

Para equipos sintonizables (casos en los cuales la frecuencia de operación del *EBP* pueda ajustarse durante los ensayos), deberán repetirse las pruebas para cada una de las siguientes condiciones:

- *EBP* sintonizado en el canal de menor frecuencia configurable dentro de la banda de operación (canal inferior).
- *EBP* sintonizado en el canal de mayor frecuencia configurable dentro de la banda de operación (canal superior).

Para equipos que puedan operar en distintas frecuencias pero que no sean sintonizables, se ensayarán dos muestras en las condiciones definidas a continuación:

- La primera muestra estará sintonizada en el canal de menor frecuencia dentro de la banda de operación del equipo (canal inferior).
- La segunda muestra estará sintonizada en el canal de mayor frecuencia dentro de la banda de operación del equipo (canal superior).

Se indicará en el informe el valor de la frecuencia configurada para cada ensayo.

6.5. Ciclo de actividad de operación empleado durante los ensayos

Los ensayos de potencia media conducida y de densidad de potencia espectral conducida se realizarán con el *EBP* transmitiendo de forma continua operando con el *ciclo de actividad* más alto configurable.

A los efectos de esta normativa, el *ciclo de actividad* se define como la relación entre el *tiempo de emisión*, durante el cual el *EBP* está encendido y operando a la máxima potencia especificada por el fabricante, y el *periodo de transmisión*. Si el ciclo de actividad se mantiene sin variaciones mayores a $\pm 2\%$, se lo considerará *constante*; caso contrario se estará en presencia de un *ciclo de actividad variable*.

6.6. Selección de potencia de transmisión de RF

Los ensayos se realizarán con el *EBP* transmitiendo a la máxima potencia de operación especificada por el fabricante para el modelo de producción.

6.7. Consideraciones para equipos con múltiples cadenas de transmisión

Para el caso de equipos que posean dos o más cadenas de transmisión (por ejemplo los que utilizan Multiplexado Espacial "MIMO" Multiple Input – Multiple Output, Sistemas de



Ente Nacional de Comunicaciones

Antenas Inteligentes SAS – Smart Antenna System, etc.), que transmitan en forma simultánea, radiando un mismo sector con la misma frecuencia, se tendrán en cuenta – para los ensayos de potencia media conducida y de densidad de potencia espectral conducida- las siguientes consideraciones:

- El valor de potencia y/o densidad de potencia total sobre el que se verificará el cumplimiento de los límites dispuestos en el presente documento, será el resultante de la suma lineal de los valores máximos medidos a la salida de cada transmisor.
- Si el *EBP* contara con dos o más cadenas de transmisión cuyas especificaciones técnicas fueran las mismas para cada una de dichas cadenas, el laboratorio podrá realizar la medición sobre una de las salidas (valor medido). El nivel a comparar contra los límites establecidos se obtendrá entonces multiplicando el valor medido (en Watts) por la cantidad de cadenas de transmisión.

6.8. Realización de ensayos radiados¹

Los métodos de ensayo descriptos en esta normativa están basados en mediciones conducidas. Sin embargo, en los casos en que no fuera posible realizar mediciones bajo esa condición, por ejemplo cuando por su tamaño reducido o por su construcción particular el equipo no pueda ser conectorizado, podrán ser aceptadas excepcionalmente mediciones radiadas.

Para la realización de mediciones radiadas podrán utilizarse algunos de los siguientes sitios de ensayo, los cuales están descriptos en la norma ENACOM-Q2-60.14 vigente:

- Cámara anecoica;
- Cámara anecoica con plano de tierra;
- Emplazamiento de Prueba de Zona Abierta (EPZA).

En estos sitios pueden realizarse mediciones tanto en términos absolutos como relativos.

A fin de demostrar el cumplimiento de los límites establecidos en la presente Norma, podrá utilizarse la ganancia de antena declarada por el fabricante para realizar la conversión de valores radiados a valores conducidos.

El laboratorio deberá indicar en el informe de ensayos el método empleado y toda otra aclaración que considere apropiada.

¹ Solo podrán hacer este tipo de ensayos los laboratorios que se encuentren debidamente habilitados para la Norma ENACOM-Q2-60.14



Ente Nacional de Comunicaciones

7. Ensayos de requisitos técnicos

7.1. Potencia media conducida

Se verificará que la potencia media conducida del *EBP* cumpla con lo especificado en 5.5.2.

A los fines de demostrar cumplimiento, se podrá determinar el valor de potencia pico de acuerdo al método especificado en 7.2, entendiéndose que esto significa evaluar el peor caso. De no verificarse el cumplimiento de los límites, deberá emplearse uno de los métodos detallados a continuación.

7.1.1. Método de comprobación empleando un Medidor de Potencia

Este método es aplicable únicamente cuando el *EBP* opera con un ciclo de actividad constante.

Se conecta el Medidor de Potencia al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se enciende el *EBP* y se lo configura para transmitir de forma continua con el esquema de funcionamiento que el solicitante considere representativo para la medición, tal como se indica en 6.3, ajustando el valor del ciclo de actividad tal como se indica en 6.5. Si el *EBP* operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.6.

Se determina el resultado de la medición con el Medidor de Potencia.

En caso de que el ciclo de actividad empleado por el *EBP* durante el ensayo sea menor al 98%, se deberá corregir el resultado de la medición adicionando un factor de $10 \text{ LOG}(1/X) \text{ [dB]}$, siendo X el valor del ciclo de actividad empleado por el *EBP* expresado en fracción decimal. Para equipos que durante su funcionamiento normal esté especificado un ciclo de actividad menor al 98%, se deberá tener en cuenta para dicha corrección el valor máximo especificado por el fabricante.

En caso de que el equipo posea más de una cadena de transmisión se determina el resultado del ensayo según lo especificado en 6.7.

Se repite el procedimiento para el canal superior.

Si el *EBP* operase con diferentes anchuras de banda de transmisión, se repite el procedimiento para ambos canales utilizando la anchura de banda máxima configurable, tal como se especifica en 6.3.

Los valores obtenidos se registran en el informe de ensayos (Tabla 7).



Ente Nacional de Comunicaciones

7.1.2. Método de comprobación empleando un Analizador de Espectro

Se conecta el Analizador de Espectro al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se enciende el *EBP* y se lo configura para transmitir de forma continua con el esquema de funcionamiento que el solicitante considere representativo para la medición, tal como se indica en 6.3, ajustando el valor del ciclo de actividad tal como se indica en 6.5. Si el *EBP* operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.6.

Se sintoniza el Analizador de Espectro a la frecuencia de transmisión del *EBP*, y se ajusta la pantalla del instrumento de forma que permita visualizar como mínimo 1,5 veces la anchura de banda que contiene el 99% de la potencia de emisión del *EBP*.

La anchura de banda de resolución se configura tomando en cuenta lo siguiente:

- Para las bandas de 902 a 928 MHz y 2400 a 2483,5 MHz: mayor o igual al 1% de la emisión del *EBP*;
- Para el resto de las bandas: anchura de banda de resolución de 1 MHz y una anchura de banda de video mayor o igual a 3 MHz.

Se debe asegurar que la cantidad de puntos de barrido sea mayor o igual al doble de la relación entre el rango de frecuencias visualizado en la pantalla y la anchura de banda de resolución.

$$\text{Cantidad de puntos de barrido} \geq 2 \times \frac{\text{SPAN}}{\text{RBW}}$$

Se deberá verificar el tipo de ciclo de actividad empleado por el *EBP*.

En el caso de que el *EBP* opere con un ciclo de actividad constante:

- Se configura el tiempo de barrido en modo automático.
- Se configura un detector de tipo RMS y se procede a promediar la potencia de al menos 100 trazas del espectro. De no contar con un Analizador de Espectro con detector de tipo RMS, utilizar un detector de tipo SAMPLE.
- Se determina el resultado de la medición empleando la función de medición de potencia del instrumento dentro de los límites de la anchura de banda que contiene el 99% de la potencia de emisión. Si el instrumento no posee dicha función, se deberá realizar la suma de los niveles espectrales (en términos de



Ente Nacional de Comunicaciones

potencia lineal) en intervalos iguales a la anchura de banda de resolución empleada, para todo el espectro de emisión que contiene el 99% de la potencia.

- Cuando el ciclo de actividad empleado por el *EBP* sea menor al 98% se deberá corregir el resultado de la medición adicionando un factor de $10 \text{ LOG } (1/X)$ [dB], siendo X el valor del ciclo de actividad empleado por el *EBP* expresado en fracción decimal. Para equipos que durante su funcionamiento normal esté especificado un ciclo de actividad menor al 98%, se deberá tener en cuenta para dicha corrección el valor de ciclo de actividad máximo especificado por el fabricante.

En el caso de que el *EBP* opere con un ciclo de actividad variable:

- Se configura un tiempo de barrido menor o igual al producto entre la cantidad de puntos de barrido y el tiempo de emisión mínimo, verificando que el mismo sea mayor al tiempo de barrido configurado por el instrumento en forma automática.

$$\text{Sweep time} \leq \frac{\text{Cantidad de puntos de barrido}}{\text{de barrido}} \times \text{Tiempo de emisión mínimo}$$

- Se configura un detector de tipo RMS y se activa el modo de retención de máximos el tiempo necesario para que se establezca la traza. De no contar con un Analizador de Espectro con detector de tipo RMS, utilizar un detector de tipo SAMPLE.
- Se determina el resultado de la medición empleando la función de medición de potencia del instrumento dentro de los límites de la anchura de banda que contiene el 99% de la potencia de emisión. Si el instrumento no posee dicha función, se deberá realizar la suma de los niveles espectrales (en términos de potencia lineal) en intervalos iguales a la anchura de banda de resolución empleada, para todo el espectro de emisión que contiene el 99% de la potencia.

En caso de que el equipo posea más de una cadena de transmisión, se determina el resultado del ensayo según lo especificado en 6.7.

Se repite el procedimiento para el canal superior.

Si el *EBP* operase con diferentes anchuras de banda de transmisión, se repite el procedimiento para ambos canales utilizando la anchura de banda máxima configurable, tal como se especifica en 6.3.

Los valores obtenidos se registran en el informe de ensayos (Tabla 6).

7.1.3. Informe

Con los resultados obtenidos se confeccionará la siguiente tabla:



Ente Nacional de Comunicaciones

Canal [MHz]	Anchura de banda [MHz]	Velocidad de Tx	Potencia medida [dBm]	Ciclo de actividad [%]	Cantidad de transmisores	Potencia media conducida [dBm]	Ganancia de antena [dBi]	Límite	Cumple (Si/No)

Tabla 6

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.

7.1.4. Dictamen

Si la potencia media conducida medida se encuentra dentro del límite definido en 5.5.2 entonces cumple, caso contrario no cumple.

7.2. Potencia conducida pico

Se conecta el Analizador de Espectro al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se enciende el *EBP* y se lo configura para transmitir de forma continua con el esquema de funcionamiento que el solicitante considere representativo para la medición, tal como se indica en 6.3, ajustando el valor del ciclo de actividad tal como se indica en 6.5. Si el *EBP* operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.6.

Se sintoniza el Analizador de Espectro a la frecuencia de transmisión del *EBP*, y se ajusta la pantalla del instrumento de forma que permita visualizar como mínimo 1,5 veces la anchura de banda ocupada por la emisión del *EBP*.

La anchura de banda de resolución se configura mayor o igual a la anchura de banda ocupada por la emisión del *EBP*. En el caso de que no sea posible, se ajustará la anchura de resolución máxima disponible en el instrumento.

Se configura el Analizador de Espectro para utilizar un detector pico y se activa el modo de retención de máximos el tiempo necesario para que se establezca la traza de emisión.

Se utiliza la función "*búsqueda de máximo*" del instrumento para determinar el resultado del ensayo.

En caso de que el equipo posea más de una cadena de transmisión se determina el resultado del ensayo según lo especificado en 6.7.



Ente Nacional de Comunicaciones

Se repite el procedimiento para el canal superior.

Si el *EBP* operase con diferentes anchuras de banda de transmisión, se repite el procedimiento para ambos canales utilizando la anchura de banda máxima configurable, tal como se especifica en 6.3.

Los valores obtenidos se registran en el informe de ensayos (Tabla 7).

7.2.1. Informe

Con los resultados obtenidos se confeccionará la siguiente tabla:

Canal [MHz]	Anchura de banda [MHz]	Velocidad de Tx	Potencia medida [dBm]	Cantidad de transmisores	Potencia conducida pico [dBm]	Ganancia de antena [dBi]	Límite	Cumple (Si/No)

Tabla 7

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.

7.2.2. Dictamen

Si la potencia conducida pico medida se encuentra dentro del límite definido en 5.5.2 entonces cumple, caso contrario no cumple.

7.3. Anchura de banda ocupada

Se verificará que la anchura de banda ocupada por la emisión del *EBP* cumpla con lo especificado en 5.5.3.

7.3.1. Método de comprobación

Se conecta el Analizador de Espectro al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se enciende el *EBP* y se lo configura para transmitir de forma continua con el esquema de funcionamiento que el solicitante considere representativo para la medición, tal como se indica en 6.3. Si el *EBP* operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.6.



Ente Nacional de Comunicaciones

Se sintoniza el Analizador de Espectro a la frecuencia de transmisión del *EBP*, y se ajusta la pantalla del instrumento de forma que permita visualizar todos los productos de modulación incluyendo los bordes del espectro de emisión (1,5 a 3 veces la anchura de banda del canal configurado). La anchura de banda de resolución se configura de acuerdo a lo especificado en la Tabla 3.

Se configura el Analizador de Espectro para utilizar un detector pico y se activa el modo de retención de máximos el tiempo necesario para que se establezca la traza del espectro de emisión.

Se utiliza la función "*medición de anchura de banda a N dB de la máxima emisión*" del instrumento para determinar el resultado del ensayo. La caída de amplitud "*N*" a verificar se especifica en la Tabla 3.

Si el Analizador de Espectro no posee dicha función, podrán utilizarse los marcadores del instrumento para determinar los puntos del espectro que poseen los "*N*" dB de caída respecto de la máxima emisión que se especifican en la Tabla 3. La anchura de banda ocupada quedará determinada por la diferencia entre las frecuencias de los puntos superior e inferior más alejados que cumplan con dicha condición.

El valor obtenido se registra en el informe de ensayos (Tabla 8).

Se repite el procedimiento para el canal superior.

Si el *EBP* operase con diferentes anchuras de banda de transmisión, se repite el procedimiento para ambos canales utilizando la anchura de banda máxima configurable, tal como se especifica en 6.3.

7.3.2. Informe

Con los resultados obtenidos se confeccionará la siguiente tabla:

Canal [MHz]	Anchura de banda [MHz]	Velocidad de Tx	Anchura de banda ocupada [MHz]	Cumple (Si/No)

Tabla 8

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.



Ente Nacional de Comunicaciones

7.3.3. Dictamen

Si la anchura de banda ocupada medida cumple lo establecido en 5.5.3, entonces cumple, caso contrario no cumple.

7.4. Densidad de potencia espectral conducida

Se verificará que la densidad de potencia espectral conducida del *EBP* cumpla con lo especificado en 5.5.4.

A los fines de demostrar cumplimiento, se podrá determinar el valor de densidad de potencia espectral pico de acuerdo al método especificado en 7.4.2, entendiéndose que esto significa evaluar el peor caso. De no verificarse el cumplimiento de los límites, deberá emplearse el método detallado en 7.4.1.

7.4.1. Método de comprobación

Se conecta el Analizador de Espectro al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se enciende el *EBP* y se lo configura para transmitir de forma continua con el esquema de funcionamiento que el solicitante considere representativo para la medición, tal como se indica en 6.3, ajustando el valor del ciclo de actividad tal como se indica en 6.5. Si el *EBP* operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.6.

Se sintoniza el Analizador de Espectro a la frecuencia de transmisión del *EBP*, y se ajusta la pantalla del instrumento de forma que permita visualizar como mínimo 1,5 veces la anchura de banda ocupada por la emisión del *EBP*.

La anchura de banda de resolución se configura de acuerdo a lo especificado en la Tabla 4. La anchura de banda de video se configura mayor o igual a la anchura de banda de resolución. Se debe asegurar que la cantidad de puntos de barrido sea mayor o igual al doble de la relación entre el rango de frecuencias visualizado en la pantalla y la anchura de banda de resolución.

$$\text{Cantidad de puntos de barrido} \geq 2 \times \frac{\text{SPAN}}{\text{RBW}}$$

Se deberá verificar el tipo de ciclo de actividad empleado por el *EBP*.



Ente Nacional de Comunicaciones

En el caso de que el *EBP* opere con un ciclo de actividad constante:

- Se configura el tiempo de barrido en modo automático.
- Se configura un detector de tipo RMS y se procede a promediar la potencia de al menos 100 trazas del espectro. De no contar con un Analizador de Espectro con detector de tipo RMS, utilizar un detector de tipo SAMPLE.
- Se utiliza la función "búsqueda de máximo" del instrumento para determinar el resultado del ensayo.
- Cuando el ciclo de actividad empleado por el *EBP* sea menor al 98% se deberá corregir el resultado de la medición adicionando un factor de 10 LOG (1/X) [dB], siendo X el valor del ciclo de actividad empleado por el *EBP* expresado en fracción decimal. Para equipos que durante su funcionamiento normal esté especificado un ciclo de actividad menor al 98%, se deberá tener en cuenta para dicha corrección el valor de ciclo de actividad máximo especificado por el fabricante.

En el caso de que el *EBP* opere con un ciclo de actividad variable:

- Se configura un tiempo de barrido menor o igual al producto entre la cantidad de puntos de barrido y el tiempo de emisión mínimo, verificando que el mismo sea mayor al tiempo de barrido configurado por el instrumento en forma automática.
- Se configura un detector de tipo RMS y se activa el modo de retención de máximos el tiempo necesario para que se estabilice la traza.
- Se utiliza la función "búsqueda de máximo" del instrumento para determinar el resultado del ensayo.

En caso de que el equipo posea más de una cadena de transmisión, se determina el resultado del ensayo según lo especificado en 6.7.

Se repite el procedimiento para el canal superior.

Si el *EBP* operase con diferentes anchuras de banda de transmisión, se repite el procedimiento para ambos canales utilizando la anchura de banda máxima configurable, tal como se especifica en 6.3.

El valor obtenido se registra en el informe de ensayos (Tabla 9).



Ente Nacional de Comunicaciones

7.4.2. Método de comprobación alternativo: Medición de densidad de potencia espectral pico

Se conecta el Analizador de Espectro al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se enciende el *EBP* y se lo configura para transmitir de forma continua con el esquema de funcionamiento que el solicitante considere representativo para la medición, tal como se indica en 6.3, ajustando el valor del ciclo de actividad tal como se indica en 6.5. Si el *EBP* operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.6.

Se sintoniza el Analizador de Espectro a la frecuencia de transmisión del *EBP*, y se ajusta la pantalla del instrumento de forma que permita visualizar como mínimo 1,5 veces la anchura de banda ocupada del *EBP*. La anchura de banda de resolución se configura de acuerdo a lo especificado en la Tabla 4.

Se configura el Analizador de Espectro para utilizar un detector pico y se activa el modo de retención de máximos el tiempo necesario para que se establezca la traza de emisión.

Se utiliza la función "búsqueda de máximo" del instrumento para determinar el resultado del ensayo.

En caso de que el equipo posea más de una cadena de transmisión se determina el resultado del ensayo según lo especificado en 6.7.

Se repite el procedimiento para el canal superior.

Si el *EBP* operase con diferentes anchuras de banda de transmisión, se repite el procedimiento para ambos canales utilizando la anchura de banda máxima configurable, tal como se especifica en 6.3.

El valor obtenido se registra en el informe de ensayos (Tabla 9).

7.4.3. Informe

Con los resultados obtenidos se confeccionará la siguiente tabla:



Ente Nacional de Comunicaciones

Canal [MHz]	Anchura de banda [MHz]	Velocidad de Tx	Densidad de Potencia medida [dBm/MHz]	Ciclo de actividad [%]	Cantidad de transmisores	Densidad de potencia espectral conducida [dBm/MHz]	Ganancia de antena [dBi]	Límite	Cumple (Si/No)

Tabla 9

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.

7.4.4. Dictamen

Si la densidad de potencia espectral conducida medida se encuentra dentro del límite definido en 5.5.4 entonces cumple, caso contrario no cumple.

7.5. Emisiones no deseadas conducidas

Se verificará que el nivel detectado de las emisiones no deseadas conducidas producidas por el *EBP* no superen los límites especificados en 5.5.5.

7.5.1. Método de comprobación

Se conecta el Analizador de Espectro al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se enciende el *EBP* y se lo configura para transmitir de forma continua con el esquema de funcionamiento que el solicitante considere representativo para la medición, tal como se indica en 6.3. Si el *EBP* operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.6.

Se sintoniza el Analizador de Espectro dentro de la banda de operación con una anchura de banda de resolución de acuerdo a lo especificado en 5.5.5.

Se configura el instrumento para utilizar un detector pico y se activa el modo de retención de máximos el tiempo necesario para que se establezca la traza.

Se utiliza la función "*búsqueda de máximo*" del instrumento para determinar el nivel de la emisión fundamental a tomar como referencia.

A continuación, se realizará una exploración del espectro de acuerdo a lo indicado en 5.5.5.



Ente Nacional de Comunicaciones

Se documentará para cada rango analizado la frecuencia y el nivel de la emisión no deseada más alta y se calculará la atenuación relativa de las mismas, respecto al nivel de la emisión fundamental, en *dBc*. Emisiones no deseadas cercanas al límite impuesto por esta normativa deberán ser analizadas en un rango de frecuencias más estricto de manera que se demuestre claramente que la emisión no supera el límite indicado.

Se repite el procedimiento para el canal superior.

Si el *EBP* operase con diferentes anchuras de banda de transmisión, se repite el procedimiento para ambos canales utilizando la anchura de banda máxima configurable, tal como se especifica en 6.3.

7.5.2. Informe

Se confeccionará la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

Emisión fundamental			Emisión no deseada			Límite [dBc]	Cumple (Si/No)
Canal [MHz]	Anchura de banda [MHz]	Nivel de emisión [dBm]	Frecuencia [MHz]	Nivel de emisión [dBm]	Atenuación [dBc]		

Tabla 10

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.

7.5.3. Dictamen

Si la atenuación de las emisiones no deseadas medida es mayor o igual al nivel de atenuación definido en 5.5.5 cumple, caso contrario no cumple.



Ente Nacional de Comunicaciones

8. Presentación de la información del equipo, resultados y fotografías

El informe de ensayos deberá incluir, en la descripción e identificación del elemento o muestra ensayada, un detalle incluyendo lo siguiente:

- Tipo de equipo;
- Tipo de enlace para el cual está destinado;
- Tipo de antena y ganancia.

Deberá confeccionarse un único informe que contenga los resultados de todas las pruebas realizadas sobre el *EBP*, subdividido en capítulos por cada banda autorizable (por ej. 2400 – 2483,5 MHz).

Se deberán incluir en el informe fotografías de la muestra ensayada en las que sea claramente visibles los componentes del equipo, antenas, conexiones, identificación, etc.