

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**PROPUESTA DE UN PROTOCOLO DE MEDICIONES Y PRUEBAS  
TÉCNICAS A INCLUIRSE EN EL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN DE  
TERMINALES HSPA+ EMPLEANDO EL EQUIPAMIENTO DEL  
LABORATORIO DE LA SUPERTEL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**SANTIAGO MARTÍN LÓPEZ NARVÁEZ**

**martin\_mus777@hotmail.com**

**LUIS FERNANDO MOLINA GAVILANEZ**

**fermolina\_24@hotmail.com**

**DIRECTOR: Ph. D. IVÁN MARCELO BERNAL CARRILLO**

**ivan.bernal@epn.edu.ec**

**CO-DIRECTOR: ING. RAFAEL MATUTE SAVICKAS**

**rmatute@supertel.gob.ec**

**Quito, Octubre 2013**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Santiago Martín López Narváez y Luis Fernando Molina Gavilanez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Santiago Martín López Narváez

---

Luis Fernando Molina Gavilanez

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Santiago Martín López Narváez y Luis Fernando Molina Gavilanez, bajo mi supervisión.

---

**Ph. D. Iván Bernal**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Ing. Rafael Matute**  
**CO-DIRECTOR DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento para Dios, quien hizo posible la culminación de esta carrera. Él siempre fiel y bueno, que a pesar de mis errores y fallas, estuvo ahí dándome fuerza para continuar cuando ya me quería rendir... todo se lo debo a Él.

A mis padres, porque demostraron su amor incondicional al darme su apoyo para poder alcanzar este logro; con su ejemplo, me enseñaron todo lo necesario para perseverar en la vida y enfrentar cualquier dificultad.

A la Dirección Nacional de Control del Espectro y Homologación de la SUPERTEL, que abrieron sus puertas para la realización de este proyecto.

A mi abuelita Teresa, que supo inculcarme en mis primeros pasos, como mi segunda madre

MARTÍN

## AGRADECIMIENTO

De inicio, gracias a DIOS por haberme dado la vida y siempre darme la fuerza necesaria para seguir adelante, y no desmayar en todos los ámbitos de mi vida, y en especial en mi formación profesional.

A mi esposa, lo más grande que tengo en mi vida, por haberme apoyado de manera incondicional para continuar con mis estudios y superar todos los obstáculos que se han presentado y en especial por su infinito amor y comprensión, lo que ha llevado a tener éxito en mi carrera profesional.

A mis padres y hermanos, de manera especial a mi madre Narcisa, por siempre guiarme durante toda mi vida, dándome consejos y alentándome a culminar mis estudios de manera exitosa. También a todos mis familiares, a mi madre María, mis demás hermanos, que siempre han estado presentes en toda mi labor estudiantil.

Un agradecimiento especial al Ph. D. Iván Bernal, por su acogida y por ser parte esencial para el desarrollo y culminación del proyecto de titulación.

A la Escuela Politécnica Nacional, e ingenieros que fueron parte primordial en mi formación profesional, por los excelentes conocimientos y valores impartidos que han logrado consolidar un criterio de responsabilidad, honestidad y respeto en mí persona.

Una mención especial al Ing. Rafael Matute, a la Superintendencia de Telecomunicaciones, a la Dirección Nacional de Certificación de Equipos de Telecomunicaciones e Investigación (DCI), al Ing. Edison Ayala, al Ing. Ángel Ávila y a Germanía Rodríguez.

A todos mis compañeros con quienes hemos compartido excelentes vivencias, gracias a Santiago, con quien hemos desarrollado este proyecto de manera solidaria y amena, y por compartir sus experiencias y conocimientos conmigo.

LUIS

## DEDICATORIA

*A mis padres Napoleón y Rosa,  
ejemplo de vida.*

*A mi hermana Ángeles,  
que me anima a continuar*

*Martin*

## DEDICATORIA

*A mi esposa Andreita, que por ella son todas mis acciones, por estar siempre junto a mí dándome fuerzas y valor para no desmayar en la lucha diaria, y cuando he caído ayudarme a levantarme. Por entregarme su corazón y darme su inmenso amor y compañía desde que nos conocimos.*

*A mi madre Narcisa, que siempre con sus palabras y consejos me han ayudado a seguir adelante.*

*A mi abuelita Graciela, que aunque no esté conmigo, sé que desde el cielo está muy feliz por verme conseguir mis sueños.*

*Luis*

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>5</b>
<b>1. SITUACIÓN ACTUAL Y NORMATIVA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
1.1.1. CONCEPTOS BÁSICOS .....	<b>6</b>
1.1.1.1. Equipo terminal de telecomunicaciones.....	<b>6</b>
1.1.1.2. Homologación.....	<b>6</b>
1.1.1.3. Clase.....	<b>6</b>
1.1.1.4. Protocolo.....	<b>6</b>
<b>1.2. SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>7</b>
1.2.1. EXPANSIÓN DEL LABORATORIO.....	<b>8</b>
1.2.1.1. Construcción del Laboratorio de Homologación (Fase II).....	<b>9</b>
1.2.1.2. Nuevo equipamiento .....	<b>9</b>
1.2.1.3. Equipo de mediciones para SAR.....	<b>9</b>
1.2.2. ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO .....	<b>10</b>
1.2.3. PROCESO DE HOMOLOGACIÓN .....	<b>11</b>
1.2.3.1. Clasificación de equipos según su clase y bandas de operación. ....	<b>12</b>
1.2.3.1.1. <i>Teléfonos Móviles Celulares</i> .....	<b>13</b>
1.2.3.1.2. <i>Módems Celulares</i> .....	<b>14</b>
1.2.3.1.3. <i>Terminales de Radio de los Sistemas Troncalizados</i> .....	<b>14</b>
1.2.3.1.4. <i>Terminales de radio de los sistemas comunales de explotación</i> .....	<b>14</b>
1.2.3.1.5. <i>Terminales que utilizan Modulación Digital de Banda Ancha</i> .....	<b>15</b>
1.2.3.1.6. <i>Terminales para el Servicio Satelital de Telecomunicaciones</i> .....	<b>15</b>
1.2.3.1.7. <i>Otros que el CONATEL considere que deben ser homologados</i> .....	<b>16</b>
1.2.4. ESTADÍSTICAS DE EQUIPOS HOMOLOGADOS.....	<b>16</b>
<b>1.3. NORMATIVA</b> .....	<b>19</b>
1.3.1. REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES REFORMADA .....	<b>19</b>
1.3.2. REGLAMENTO PARA HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES .....	<b>20</b>
1.3.3. PROCEDIMIENTO CORRESPONDIENTE AL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN .....	<b>23</b>
1.3.3.1. De los valores por derecho de homologación .....	<b>24</b>
<b>1.4. RECOMENDACIONES PARA EL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN</b> .....	<b>25</b>
1.4.1. RECOMENDACIONES ADMINISTRATIVAS .....	<b>25</b>
1.4.1.1. Referente a los requisitos .....	<b>26</b>
1.4.1.1.1. <i>De la solicitud de homologación</i> .....	<b>26</b>
1.4.1.1.2. <i>De los manuales técnicos</i> .....	<b>27</b>
1.4.1.1.3. <i>De las características de funcionamiento</i> .....	<b>28</b>

1.4.1.1.4. Del certificado o documento de características técnicas emitido por un organismo internacional reconocido .....	29
1.4.1.2. Referente a la recepción, almacenamiento y devolución de equipos .....	30
1.4.1.2.1. De la recepción de equipos .....	30
1.4.1.2.2. Del almacenamiento de equipos .....	31
1.4.1.2.3. De la devolución de equipos .....	32
1.4.2. RECOMENDACIONES TÉCNICAS .....	33
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>37</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE RADIOFRECUENCIA DE HSPA+ Y DE SUS EQUIPOS TERMINALES .....</b>	<b>37</b>
<b>2.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>37</b>
2.1.1. TECNOLOGÍA CELULAR DE TERCERA GENERACIÓN (3G) .....	38
<b>2.2. EL ACCESO DE RADIO DE UMTS .....</b>	<b>40</b>
2.2.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE WCDMA .....	40
2.2.2. CANALES DE RADIO DE UMTS .....	44
<b>2.3. EVOLUCIÓN DE UMTS .....</b>	<b>47</b>
2.3.1. HSDPA .....	47
2.3.2. HSUPA .....	48
<b>2.4. HSPA+ .....</b>	<b>49</b>
2.4.1. MIMO .....	50
2.4.2. MODULACIÓN DE ORDEN SUPERIOR .....	51
2.4.3. OPERACIÓN DOBLE PORTADORA EN HSDPA .....	53
2.4.4. TASA DE DATOS SEGÚN LA CATEGORÍA DEL UE .....	54
2.4.5. RESUMEN .....	56
<b>2.5. LA NORMA 3GPP TS 34.121-1 VERSIÓN 9.3.0 RELEASE 9, EN LO PERTINENTE AL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN .....</b>	<b>59</b>
2.5.1. BANDAS DE FRECUENCIAS .....	59
2.5.2. ARREGLO DE CANALES .....	60
2.5.2.1. Espacio del canal (Ancho de Banda) .....	60
2.5.2.2. Espacio entre canales .....	60
2.5.2.3. Número de canal .....	60
2.5.2.4. UARFCN .....	61
<b>2.6. PRUEBAS A INCLUIRSE EN LA PROPUESTA DE PROTOCOLO PARA TERMINALES HSPA+ .....</b>	<b>62</b>
2.6.1. POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA CON HS-DPCCH (RELEASE 6 Y POSTERIORES) .....	62
2.6.1.1. Definición y aplicabilidad .....	62
2.6.1.2. Propósito de la prueba .....	63
2.6.1.3. Requerimientos de la prueba .....	63
2.6.2. ERROR DE FRECUENCIA .....	64
2.6.2.1. Definición y aplicación .....	64
2.6.2.2. Requerimientos mínimos .....	65
2.6.2.3. Propósito de la prueba .....	65
2.6.2.4. Requerimientos de la prueba .....	65
2.6.3. ANCHO DE BANDA OCUPADO .....	65

2.6.3.1.	Definición y aplicación .....	65
2.6.3.2.	Requerimientos .....	66
2.6.3.3.	Propósito de la prueba .....	66
2.6.4.	MASCARA DE EMISIÓN ESPECTRAL CON HS-DPCCH .....	66
2.6.4.1.	Definición y aplicación .....	66
2.6.4.2.	Requerimientos mínimos .....	66
2.6.4.3.	Requerimientos de la prueba .....	68
2.6.5.	TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE CON HS-DPCCH .....	69
2.6.5.1.	Definición y aplicación .....	69
2.6.5.2.	Requerimientos mínimos .....	69
2.6.5.3.	Propósito de la prueba .....	69
2.6.5.4.	Requerimientos de la prueba .....	69
2.6.6.	EMISIONES ESPURIAS .....	70
2.6.6.1.	Definición y aplicación .....	70
2.6.6.2.	Requerimientos mínimos .....	70
2.6.6.3.	Propósito de la prueba .....	71
2.6.6.4.	Requerimientos de la prueba .....	71
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>75</b>
<b>3. PROTOCOLO DE MEDICIONES Y PRUEBAS .....</b>		<b>75</b>
<b>3.1. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN .....</b>		<b>75</b>
3.1.1.	EMULADOR DE ESTACIÓN TRANSCÉPTORA BASE (GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA, HSUPA y HSPA+) .....	75
3.1.1.1.	Descripción del equipo .....	75
3.1.1.2.	Aplicaciones que posee el equipo .....	76
3.1.1.3.	Funcionalidades .....	78
3.1.1.4.	Características referentes a HSPA+ .....	78
3.1.1.5.	Panel Frontal del Equipo .....	80
3.1.2.	ANALIZADOR DE ESPECTROS HASTA 13,6 GHz .....	83
3.1.2.1.	Descripción del equipo .....	83
3.1.2.2.	Aplicaciones que posee el equipo .....	84
3.1.2.3.	Funcionalidades .....	85
3.1.2.4.	Características referentes a HSPA + .....	86
3.1.3.	RF SHIELDED BOX, JAULA DE FARADAY .....	87
3.1.3.1.	Descripción del equipo .....	87
3.1.4.	ACCESORIOS ADICIONALES .....	88
3.1.4.1.	Power Splitter .....	88
3.1.4.2.	Cables, adaptadores y atenuadores .....	89
<b>3.2. PROTOCOLO .....</b>		<b>90</b>
3.2.1.	BANDAS DE FRECUENCIA DE OPERACIÓN, FRECUENCIAS CENTRALES Y CANALES ..	90
3.2.2.	POTENCIA DE LA CELDA .....	91
3.2.3.	CONDICIONES AMBIENTALES .....	92
3.2.3.1.	Temperatura .....	92
3.2.3.2.	Voltaje .....	92
3.2.4.	DIAGRAMAS DE CONEXIÓN .....	93
3.2.4.1.	Diagrama básico de conexión .....	93

3.2.4.2.	Diagrama conjunto de conexión.....	95
3.2.4.3.	Pérdidas por conectorización .....	96
3.2.5.	CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA LAS DISTINTAS PRUEBAS.....	99
3.2.5.1.	Configuración del equipo “Wireless Communications Test Set” .....	99
3.2.5.1.1.	Configuración inicial .....	99
3.2.5.1.2.	Establecimiento de la conexión.....	100
3.2.5.1.3.	Establecimiento de una conexión HSDPA .....	107
3.2.5.1.4.	Establecimiento de una conexión HSPA .....	112
3.2.5.2.	Mediciones para HSPA+.....	115
3.2.5.2.1.	Tasa de datos efectiva (throughput).....	116
3.2.5.2.2.	Potencia de salida máxima con HS-DPCCH (Release 6 y posteriores).....	117
3.2.5.2.3.	Error de frecuencia .....	118
3.2.5.2.4.	Ancho de banda ocupado .....	119
3.2.5.2.5.	Máscara de emisión espectral.....	120
3.2.5.2.6.	Tasa de potencia interferente en el canal adyacente con HS-DPCCH.....	122
3.2.5.2.7.	Emisiones Espurias .....	123
<b>3.3.</b>	<b>REPORTE TÉCNICO DE PRUEBAS.....</b>	<b>125</b>
3.3.1.	PRESENTACIÓN DEL REPORTE .....	126
3.3.2.	LABORATORIO DE PRUEBAS.....	127
3.3.2.1.	Información del laboratorio.....	127
3.3.2.2.	Condiciones ambientales de pruebas.....	127
3.3.2.3.	Fechas de pruebas y realización del reporte técnico .....	127
3.3.2.4.	Resultado general .....	127
3.3.2.5.	Aprobación.....	128
3.3.3.	APLICANTE DE LA HOMOLOGACIÓN .....	128
3.3.3.1.	Información del solicitante.....	128
3.3.4.	RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS.....	129
3.3.5.	INFORMACIÓN GENERAL.....	129
3.3.5.1.	Descripción del equipo bajo prueba .....	129
3.3.6.	CALIBRACIÓN DE EQUIPOS .....	132
3.3.7.	ESTÁNDAR APLICADO .....	132
3.3.8.	EQUIPOS DE MEDICIÓN Y ACCESORIOS .....	132
3.3.9.	ASPECTOS GENERALES DE PRUEBAS .....	134
3.3.9.1.	Condiciones generales de las pruebas .....	134
3.3.9.1.1.	Rango de frecuencias soportado .....	134
3.3.9.1.2.	Modos de prueba.....	134
3.3.9.1.3.	Canales de radiofrecuencia bajo pruebas.....	134
3.3.9.2.	Configuración general del sistema de pruebas .....	135
3.3.9.2.1.	Método de prueba .....	135
3.3.9.2.2.	Diagrama de conexión del EBP.....	135
3.3.9.2.3.	Pérdidas a compensar.....	136
3.3.9.2.4.	Resumen de condiciones para las mediciones.....	136
3.3.10.	PRUEBAS REALIZADAS .....	137
3.3.10.1.	Tasa de datos efectiva (throughput).....	137
3.3.10.1.1.	Descripción de la prueba .....	137
3.3.10.1.2.	Equipos utilizados en las mediciones .....	137
3.3.10.1.3.	Procedimiento para la prueba .....	137
3.3.10.1.4.	Diagrama de la prueba .....	138
3.3.10.1.5.	Resultados de la prueba.....	138
3.3.10.1.6.	Pantallas de resultados de la prueba .....	139

3.3.10.2.	Potencia de salida máxima con HS-DPCCH (Release 6 y posteriores).....	142
3.3.10.2.1.	Descripción de la prueba.....	142
3.3.10.2.2.	Equipos utilizados en las mediciones.....	142
3.3.10.2.3.	Procedimiento para la prueba.....	142
3.3.10.2.4.	Diagrama de la prueba.....	143
3.3.10.2.5.	Resultados de la prueba.....	143
3.3.10.2.6.	Pantallas de resultados de la prueba.....	144
3.3.10.3.	Error de frecuencia.....	147
3.3.10.3.1.	Descripción de la prueba.....	147
3.3.10.3.2.	Equipos utilizados en las mediciones.....	147
3.3.10.3.3.	Procedimiento para la prueba.....	147
3.3.10.3.4.	Diagrama de la prueba.....	148
3.3.10.3.5.	Resultados de la prueba.....	148
3.3.10.3.6.	Pantallas de resultados de la prueba.....	149
3.3.10.4.	Ancho de banda ocupado.....	152
3.3.10.4.1.	Descripción de la prueba.....	152
3.3.10.4.2.	Equipos utilizados en las mediciones.....	152
3.3.10.4.3.	Procedimiento para la prueba.....	152
3.3.10.4.4.	Diagrama de la prueba.....	153
3.3.10.4.5.	Resultados de la prueba.....	153
3.3.10.4.6.	Pantallas de resultados de la prueba.....	153
3.3.10.5.	Máscara de emisión espectral.....	157
3.3.10.5.1.	Descripción de la prueba.....	157
3.3.10.5.2.	Equipos utilizados en las mediciones.....	157
3.3.10.5.3.	Procedimiento para la prueba.....	157
3.3.10.5.4.	Diagrama de la prueba.....	157
3.3.10.5.5.	Resultados de la prueba.....	158
3.3.10.5.6.	Pantallas de resultados de la prueba.....	159
3.3.10.6.	Tasa de potencia interferente en el canal adyacente con HS-DPCCH.....	162
3.3.10.6.1.	Descripción de la prueba.....	162
3.3.10.6.2.	Equipos utilizados en las mediciones.....	163
3.3.10.6.3.	Procedimiento para la prueba.....	163
3.3.10.6.4.	Diagrama de la prueba.....	163
3.3.10.6.5.	Resultados de la prueba.....	163
3.3.10.6.6.	Pantallas de resultados de la prueba.....	164
3.3.10.7.	Emisiones espurias.....	171
3.3.10.7.1.	Descripción de la prueba.....	171
3.3.10.7.2.	Equipos utilizados en las mediciones.....	171
3.3.10.7.3.	Procedimiento para la prueba.....	171
3.3.10.7.4.	Diagrama de la prueba.....	172
3.3.10.7.5.	Resultados de la prueba.....	172
3.3.10.7.6.	Pantallas de resultados de la prueba.....	173
3.3.11.	FOTOGRAFÍAS DEL EBP.....	182
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>183</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>185</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>185</b>
4.1.	CONCLUSIONES .....	185
4.2.	RECOMENDACIONES .....	189
4.3.	COMENTARIOS.....	190
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>192</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>A-1</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>A-2</b>
<b>DIAGRAMA RESUMIDO DEL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN.....</b>	<b>A-2</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>A-4</b>
<b>PROPUESTA DE PRESENTACIÓN DE REQUISITOS.....</b>	<b>A-4</b>
ANEXO B.1 .....	A-5
PROPUESTA DE FORMATO DE SOLICITUD .....	A-5
ANEXO B.2.....	A-7
PROPUESTA DE PRESENTACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.....	A-7
ANEXO B.3.....	A-9
PROPUESTA DE PRESENTACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO..	A-9
ANEXO B.4.....	A-10
PROPUESTA DE MODO DE CONEXIÓN A LA RED DEL EQUIPO.....	A-10
ANEXO B.5.....	A-11
EJEMPLO DE CERTIFICADO DE UN ORGANISMO INTERNACIONAL RECONOCIDO .....	A-11
<b>ANEXO C .....</b>	<b>A-13</b>
<b>PROPUESTA DE FORMATOS DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DEVOLUCIÓN DE EQUIPOS.....</b>	<b>A-13</b>
ANEXO C.1 .....	A-14
PROPUESTA DE HOJA DE CONSTANCIA DE RECEPCIÓN POR PARTE DE LA UNIDAD DE ARCHIVO .....	A-14
ANEXO C.2.....	A-15
PROPUESTA DE HOJA DE RECEPCIÓN POR PARTE DE LA DCI.....	A-15
ANEXO C.3.....	A-15
PROPUESTA DE ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN PARA EL ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO .....	A-15
ANEXO C.4.....	A-16
PROPUESTA DE HOJA DE DEVOLUCIÓN POR PARTE DE LA DCI .....	A-16
<b>ANEXO D .....</b>	<b>A-17</b>
<b>DETALLE DE LAS APLICACIONES DEL EQUIPO <i>WIRELESS COMMUNICATIONS TEST SET</i>.....</b>	<b>A-17</b>
<b>ANEXO E .....</b>	<b>A-21</b>
<b>REPORTES TÉCNICOS EN FORMATO DIGITAL DE LAS NUEVE MUESTRAS RESTANTES..</b>	<b>A-21</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO I

Tabla 1.1 Bandas para Sistemas Troncalizados.....	14
Tabla 1.2 Bandas para Sistemas Comunales de Explotación .....	15
Tabla 1.3 Bandas para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha .....	15
Tabla 1.4 Bandas para el Servicio Satelital de Telecomunicaciones .....	16
Tabla 1.5 Estadística 2012 de equipos terminales homologados .....	17
Tabla 1.6 Estadística 2012 de equipos terminales homologados para el Servicio Móvil Avanzado .....	18

### CAPÍTULO II

Tabla 2.1 Factor de expansión – tasa de símbolos – tasa de bits en el UL .....	42
Tabla 2.2 Factor de expansión – tasa de símbolos – tasa de bits en el DL .....	43
Tabla 2.3 Tipos de códigos de WCDMA .....	43
Tabla 2.4 Bandas de frecuencias para WCDMA .....	44
Tabla 2.5 Tipos de canales .....	46
Tabla 2.6 Tasa de bits de información aproximada nominal.....	54
Tabla 2.7 Tabla resumen de velocidad de transmisión en cada Release DL y UL .....	56
Tabla 2.8 Bandas de frecuencias .....	59
Tabla 2.9 Definición UARFCN (general) .....	61
Tabla 2.10 UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number.....	61
Tabla 2.11 Potencia de Salida Máxima con el HS-DPCCH para pruebas.....	63
Tabla 2.12 Valores de $\beta$ para pruebas de características del transmisor con HS-DPCCH .....	63
Tabla 2.13 Requerimientos de la Máscara de Emisión Espectral .....	67
Tabla 2.14 Emisión espectral limites adicionales para las bandas II, IV, X .....	67
Tabla 2.15 Emisión espectral limites adicionales para la Banda V .....	68
Tabla 2.16 Requerimientos de Máscara de Emisión Espectral .....	68
Tabla 2.17 ACLR del UE.....	69
Tabla 2.18 ACLR del UE.....	70
Tabla 2.19 Requerimiento general de emisiones espurias .....	70
Tabla 2.20 Requerimiento adicional de emisiones espurias.....	71
Tabla 2.21 Requerimientos generales de la prueba de emisiones espurias.....	71
Tabla 2.22 Requerimientos adicionales de la prueba de emisiones espurias .....	72

## CAPÍTULO III

Tabla 3.1 Aplicaciones disponibles del equipo “ <i>Wireless Communications Test Set</i> ” .....	77
Tabla 3.2 Aplicaciones disponibles en el equipo “ <i>EXA Signal Analyzer</i> ” .....	84
Tabla 3.3 Accesorios adicionales: cables, atenuadores y adaptadores .....	89
Tabla 3.4 Frecuencias centrales de prueba para la Banda II.....	90
Tabla 3.5 Frecuencias centrales de prueba para la Banda V .....	90
Tabla 3.6 Rango de temperatura durante la prueba.....	92
Tabla 3.7 Rango de voltajes durante la prueba para cada fuente de energía.....	92
Tabla 3.8 Pérdidas de cables y adaptadores .....	96
Tabla 3.9 Característica de atenuadores .....	96
Tabla 3.10 Pérdidas del <i>Power Splitter</i> .....	97
Tabla 3.11 Valor a compensar por diagrama a utilizar.....	97
Tabla 3.12 Canales bajo, medio y alto para la Banda II y V .....	102
Tabla 3.13 Frecuencia central para canal bajo, medio y alto para la Banda II y V.....	104
Tabla 3.14 Parámetros a configurar, según la categoría del EBP .....	107

## ANEXO B

### ANEXO B.2

Tabla B.2.1 Especificaciones técnicas del equipo terminal .....	A-7
Tabla B.2.2 Especificaciones de software del equipo .....	A-8
Tabla B.2.3 Especificaciones físicas y ambientales del equipo .....	A-8

### ANEXO B.5

Tabla B.5.1 Resumen de características emitidas por un organismo internacional reconocido .....	A-12
--	------

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1.1 Arreglo de frecuencias para las operadoras del país.....	13
Figura 1.2 Estadística 2012 de equipos terminales homologados para el Servicio Móvil Avanzado.....	18
Figura 1.3 Ejemplo de Portada del Manual de Usuario de un equipo.....	28
Figura 1.4 Sello de recepción de documentos.....	30

### CAPÍTULO II

Figura 2.1 Tráfico de datos por mes estimado hasta el 2017.....	37
Figura 2.2 Técnica Básica de DSSS.....	41
Figura 2.3 Portadora WCDMA y sus dimensiones.....	41
Figura 2.4 Canales: lógicos, transporte y físicos en WCDMA.....	45
Figura 2.5 Combinaciones típicas de antenas transmisoras-receptoras.....	51
Figura 2.6 Portadora dual mejora el ancho de banda.....	53
Figura 2.7 Evolución de HSPA – Velocidades máxima de transmisión.....	57
Figura 2.8 Estadística del GSA de redes HSPA y HSPA+.....	58
Figura 2.9 Frecuencias centrales para canal 9262 y canal 9263.....	60

### CAPÍTULO III

Figura 3.1 Equipo “ <i>Wireless Communications Test Set</i> ” (simulador de radio base).....	75
Figura 3.2 Panel Frontal del equipo “ <i>Wireless Communications Test Set</i> ”.....	80
Figura 3.3 Sección de Funciones.....	80
Figura 3.4 Sección de Control.....	81
Figura 3.5 Sección de Entrada de Datos.....	82
Figura 3.6 Sección de Entradas/Salidas.....	82
Figura 3.7 Sección de menús principales.....	83
Figura 3.8 Analizador de Espectros <i>EXA N9010A</i> .....	84
Figura 3.9 RF shielded box, Jaula de Faraday.....	87
Figura 3.10 <i>Power Splitter</i> .....	88
Figura 3.11 Diagrama básico de conexión.....	93
Figura 3.12 Conexión del EBP (no incluye el acceso al conector RF) a la Jaula de Faraday .	94
Figura 3.13 Conexión del EBP (si se permite el acceso al conector RF) a la Jaula de Faraday.....	94
Figura 3.14 Diagrama conjunto de conexión.....	95

Figura 3.15 Elementos que intervienen en el Diagrama Básico .....	98
Figura 3.16 Elementos que intervienen en el Diagrama Conjunto .....	98
Figura 3.17 Pantalla: Equipo “ <i>Wireless Communications Test Set</i> ” en GSM.....	99
Figura 3.18 Pantalla: Equipo “ <i>Wireless Communications Test Set</i> ” en WCDMA .....	100
Figura 3.19 Pantalla: Selección del modo de operación de la celda .....	101
Figura 3.20 Pantalla: Establecimiento de la potencia de transmisión máxima en <i>uplink</i> .....	102
Figura 3.21 Pantalla: Selección del canal de <i>downlink</i> y <i>uplink</i> .....	103
Figura 3.22 Pantalla: Selección de la potencia máxima que el EBP puede soportar .....	104
Figura 3.23 Pantalla: EBP ya enganchado y en reposo ( <i>Idle</i> ) .....	105
Figura 3.24 Pantalla: Selección del tipo de servicio (tipo de conexión) .....	106
Figura 3.25 Pantalla: Selección de la configuración HSDPA, según la categoría del EBP ..	109
Figura 3.26 Pantalla: Selección del modo manual para habilitar los parámetros HSDPA....	110
Figura 3.27 Pantalla: Conexión HSDPA establecida .....	111
Figura 3.28 Pantalla: Establecimiento E-DCH para obtener la máxima tasa de datos .....	113
Figura 3.29 Pantalla: Selección y activación de la modulación 16QAM .....	114
Figura 3.30 Pantalla: Selección del tipo de tecnología HSPA .....	114
Figura 3.31 Pantalla: Conexión establecida HSPA (HSDPA+ HSUPA) .....	115
Figura 3.32 Pantalla: Medición de Tasa de datos efectiva .....	117
Figura 3.33 Pantalla: Medición de Potencia del Canal .....	118
Figura 3.34 Pantalla: Medición de Error de Frecuencia .....	119
Figura 3.35 Pantalla: Medición de Ancho de Banda Ocupado .....	120
Figura 3.36 Pantalla: Medición de Máscara de Emisión Espectral (forma gráfica).....	121
Figura 3.37 Pantalla: Medición de Máscara de Emisión Espectral (forma numérica) .....	121
Figura 3.38 Pantalla: Tasa de Potencia Interferente (forma gráfica) .....	122
Figura 3.39 Pantalla: Tasa de Potencia Interferente (forma numérica).....	123
Figura 3.40 Pantalla: Medición de Emisiones Espurias.....	124

## ANEXO B

### ANEXO B.3

Figura B.3.1 Propuesta de descripción del equipo y su funcionamiento .....	A-9
--	-----

### ANEXO B.4

Figura B.4.1 Ejemplo de esquema de conexión para un equipo satelital .....	A-10
--	------

### ANEXO B.5

Figura B.5.1 Ejemplo de documento emitido por un organismo internacional reconocido de un equipo .....	A-11
--	------

## RESUMEN

Debido a la necesidad de verificar que los equipos terminales de telecomunicaciones que se comercializan en el país, no causen interferencia a las redes vecinas, la SUPERTEL<sup>1</sup> realiza la homologación, con lo cual comprueba que los parámetros técnicos estén bajo las normas y estándares respectivos. Parte de estos equipos son los terminales para el Servicio Móvil Avanzado, y como parte sobresaliente están los terminales HSPA+<sup>2</sup>; siendo HSPA+ la última actualización que las operadoras poseen hasta el momento en el país.

La SUPERTEL, como ente de control, siempre está a la vanguardia para contar con todo el equipamiento para cumplir con su labor; parte fundamental es la homologación de equipos terminales de telecomunicaciones, para esto en el año 2011 pone en marcha la implementación de un laboratorio de verificación técnica de equipos en su fase I.

No todos los equipos terminales de telecomunicaciones deben ser homologados, sino sólo aquellos que se encuentran estipulados en el Reglamento. Para solicitar la homologación de un equipo terminal, se debe anexar tres requisitos básicos que son: características de funcionamiento, manuales técnicos y un certificado emitido por un organismo internacional reconocido por el CONATEL; además del equipo de muestra para la realización de las pruebas respectivas.

Las mejoras que se han aplicado al acceso de radio de UMTS, tanto en el enlace de subida como en el de bajada, como modulación de orden superior, MIMO, doble portadora, etc., han influenciado mayoritariamente al incremento de la tasa de datos. Al estándar UMTS con estas mejoras se le conoce como HSPA+.

---

<sup>1</sup> SUPERTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones

<sup>2</sup> HSPA+ (*High Speed Packet Access Evolved*): Acceso a Paquetes de Alta Velocidad Evolucionado

En este proyecto se propone realizar algunas pruebas basadas en el estándar 3GPP TS 34.121-1 versión 9.3.0, en lo que concierne a los terminales HSPA+. Las pruebas son aplicadas con los equipos disponibles en el laboratorio, de las cuales se obtiene mediciones que posteriormente se presentan en un reporte técnico completo.

La verificación técnica de terminales HSPA+ comprende realizar mediciones y pruebas técnicas estandarizadas, para ello es necesario contar con un protocolo determinado que sea parte fundamental del proceso de homologación.

De este modo, para realizar cada prueba se utiliza el equipo *Wireless Communications Test Set*, que es un emulador de radio base, en el cual se configura cada parámetro adecuadamente para tener de manera satisfactoria una medición. Para la conectorización del equipo *Wireless Communications Test Set* con el equipo terminal, intervienen diferentes accesorios y cables que hacen posible la comunicación sin tener ninguna interferencia externa que afecte a la medida.

## **PRESENTACIÓN**

La homologación de equipos terminales de telecomunicaciones que realiza la SUPERTEL es uno de los roles fundamentales de este ente de control, por ello la verificación técnica se la debe realizar de forma estandarizada.

En este proyecto denominado: “PROPUESTA DE UN PROTOCOLO DE MEDICIONES Y PRUEBAS TÉCNICAS A INCLUIRSE EN EL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN DE TERMINALES HSPA+ EMPLEANDO EL EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO DE LA SUPERTEL” se presenta el desarrollo de una propuesta de protocolo para la realización de mediciones y pruebas a terminales HSPA+, incluyendo un reporte técnico en el que se presenta los resultados obtenidos de realizar las distintas mediciones y que se propone incluir en el proceso de homologación.

El presente proyecto está distribuido en cuatro capítulos, la descripción de cada uno de éstos se presenta a continuación:

En el Capítulo 1 se indica la importancia de la homologación de equipos terminales de telecomunicaciones, la situación actual de la homologación en lo referente a la adquisición del equipamiento para la implementación del laboratorio de verificación técnica, en su fase I y su expansión (fase II); el proceso que sigue la SUPERTEL para homologar los distintos equipos terminales y un análisis de la normativa vigente relacionado directamente al proceso de homologación. Además se presentan recomendaciones administrativas y técnicas para hacer de este proceso más eficiente y ágil.

En el Capítulo 2 se describe la tecnología HSPA+, respecto a las características del acceso de radio (WCDMA) que utiliza, también se indica la evolución que ha tenido el estándar de telefonía móvil de tercera generación (UMTS) para llegar a HSPA+ con

las mejoras respectivas para alcanzar altas tasas de datos, así como las características de los equipos terminales. Se estudia la norma 3GPP TS 34.121-1 versión 9.3.0 Release 9, en lo pertinente al proceso de homologación, para a partir de ésta establecer las pruebas a incluirse en el protocolo propuesto.

En el Capítulo 3 se desarrolla el protocolo de mediciones y pruebas incluyendo las características principales de todo el equipamiento y accesorios utilizados, así como la configuración de todos los parámetros necesarios para realizar las distintas mediciones y pruebas. Para la presentación de las mediciones con sus respectivos resultados se plantea un formato de reporte técnico de pruebas.

En el Capítulo 4 se presentan varias conclusiones obtenidas a partir de la experiencia durante el desarrollo de este proyecto. Además se incluyen recomendaciones y comentarios que aporten a la elaboración de otros proyectos de titulación.

Finalmente, se incluye Anexos que contienen información complementaria del presente proyecto, así como los reportes técnicos obtenidos de aplicar el protocolo en una muestra de 10 equipos terminales HSPA+.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. SITUACIÓN ACTUAL Y NORMATIVA**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

El avance de las telecomunicaciones en el país ha ido creciendo paulatinamente en función de las necesidades y demanda de la población y ha alcanzado un elevado grado de importancia.

El aparecimiento de nuevos servicios de telecomunicaciones ha hecho que todos los equipos de telecomunicaciones enfrenten una evolución inevitable. Los equipos terminales comienzan a brindar facilidades a los usuarios que antes no lo hacían, convirtiéndose en herramientas indispensables. Es común ver, hoy en día, terminales multifunción, que ofrecen diferentes soluciones a través de características, servicios y aplicaciones que están acorde a los requerimientos actuales, integrando todo en un mismo equipo.

Existen servicios que utilizan diferentes porciones del Espectro Radioeléctrico, que al ser considerado como sector estratégico, debe ser aprovechado de la mejor manera, por lo que la atribución, organización y control adecuados de este sector son indispensables. Consecuentemente, todo equipo que utilice el espectro radioeléctrico, debe funcionar adecuadamente sin perturbar a las redes de telecomunicaciones y demás equipos que también lo utilicen, considerando todos los parámetros técnicos, funcionales y operativos que demande el uso del mismo.

Es por ello que es indispensable que los equipos terminales utilizados en el país deben ser debidamente homologados, con el fin de comprobar su funcionamiento y que el usuario final goce de un servicio de calidad a través de equipos que le permitan acceder al mismo sin ningún problema y sin provocar interferencia hacia los demás.

Lo que significa que un equipo terminal, al ser homologado, pasa por una verificación técnica a fin de garantizar la interoperabilidad en las redes de telecomunicaciones, siendo parte fundamental para ser posible la comercialización de todo equipo terminal en el país.

### **1.1.1. CONCEPTOS BÁSICOS**

#### **1.1.1.1. Equipo terminal de telecomunicaciones**

Aparato o dispositivo que se conecta a una red de telecomunicaciones para proporcionar al usuario final acceso a uno o más servicios específicos. Para la homologación de terminales también se incluyen los equipos que utilicen modulación digital de banda ancha así como aquellos que el CONATEL<sup>3</sup> considere que deben ser homologados [6].

#### **1.1.1.2. Homologación**

Es el proceso por el cual un equipo terminal de telecomunicaciones de una clase, marca y modelo es sometido a verificación técnica para determinar si es adecuado para operar en una red de telecomunicaciones específica [6].

#### **1.1.1.3. Clase**

Un equipo de telecomunicaciones con una aplicación específica, se entenderá como perteneciente a una clase determinada (por ejemplo: teléfonos celulares, módems celulares, radios de dos vías, etc.) [6].

#### **1.1.1.4. Protocolo**

La Real Academia de la Lengua Española define protocolo como: Plan escrito y detallado de un experimento científico, un ensayo clínico o una actuación médica.

---

<sup>3</sup> CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones

Aplicando al contexto del presente proyecto, protocolo es el conjunto de reglas escritas y detalladas a seguir con el fin de llevar a cabo mediciones y pruebas estandarizadas para la verificación de parámetros técnicos de toda clase de equipos terminales de telecomunicaciones, pero para fines de este proyecto se limita a terminales HSPA+ [17].

## **1.2. SITUACIÓN ACTUAL**

La Dirección Nacional de Certificación de Equipos de Telecomunicaciones e Investigación (DCI) de la SUPERTEL es la encargada de la homologación de toda clase de equipos terminales de telecomunicaciones, dentro de estos, parte fundamental son los terminales HSPA+. Es importante para la Dirección y como para los usuarios, que la homologación sea un proceso transparente y actualizado de acuerdo a la evolución que presentan los equipos en cuanto a sus características técnicas y de funcionamiento.

Cabe mencionar que el 19 de julio del 2013 el Superintendente de Telecomunicaciones suscribe la Resolución N° ST-2013-0346 mediante la cual resuelve: “EXPEDIR EL ESTATUTO ORGÁNICO POR PROCESOS DE LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES”, en la cual se deroga la Resolución ST-2012-0001 de 5 de enero de 2012, en la cual constaba la Dirección Nacional de Control del Espectro Radioeléctrico y Homologación (DEH) como Dirección ejecutora de las actividades correspondientes a la Homologación de Equipos Terminales de Telecomunicaciones y se establece la creación de la Dirección Nacional de Certificación de Equipos de Telecomunicaciones e Investigación (DCI), la cual pasará a ejecutar las actividades correspondientes para la Certificación de Equipos de Telecomunicaciones. Dicha resolución entró en vigencia a partir de su suscripción.

La primera fase de la adquisición de equipamiento para el laboratorio de homologación, fue realizada en el año 2011 y contempló la compra de equipamiento

para realizar pruebas de radiofrecuencia con equipos terminales del SMA<sup>4</sup>, radios de dos vías, radios troncalizados, y equipos de sistemas de modulación digital de banda ancha; además, equipamiento para pruebas de interoperabilidad de los equipos terminales del SMA [9].

Acorde al contexto de verificación técnica de equipos de telecomunicaciones, existen laboratorios internacionales que de manera independiente o asociada, realizan pruebas de comprobación y posterior certificación de todo equipo de telecomunicaciones. Estos laboratorios están debidamente avalados por organismos de acreditación también internacionales al cumplir con sus respectivos estándares.

Siguiendo esta línea, el objetivo de la SUPERTEL es contar con un laboratorio completo que esté avalado y reconocido por organismos nacionales e internacionales, para certificar equipos terminales de telecomunicaciones y así poder convertirse en el primer laboratorio certificado de telecomunicaciones del país.

### **1.2.1. EXPANSIÓN DEL LABORATORIO**

Desde el año 2012 la SUPERTEL ha ejecutado varias gestiones para la expansión del Laboratorio de Homologación de Equipos de Telecomunicaciones, por lo cual, se tiene planificada la construcción de una infraestructura física totalmente nueva para integrar el equipamiento que se tiene actualmente y el nuevo a adquirirse.

El proceso para la adquisición de equipos para el laboratorio de homologación (Fase II), lo realizó la Superintendencia de Telecomunicaciones a través de la figura de Compras Públicas mediante el INCOP<sup>5</sup>, con código de proceso: SIE-SUPERTEL-150-12M y número de contrato: PRG-2013-014 y del cual se puede mencionar información referente al nuevo equipamiento [10].

---

<sup>4</sup> SMA: Servicio Móvil Avanzado

<sup>5</sup> INCOP: Instituto Nacional de Compras Públicas

### **1.2.1.1. Construcción del Laboratorio de Homologación (Fase II)**

Con el afán de expandir el laboratorio de la SUPERTEL, se ha planificado la construcción de una infraestructura, la cual se está construyendo con características propias para un laboratorio de telecomunicaciones, que además de cumplir con especificaciones arquitectónicas para la correcta instalación y mantención de los equipos, cuenta con áreas específicas para la realización de diferentes pruebas con los distintos equipos y aprovechar al máximo toda la potencialidad de los mismos.

Esta construcción se encuentra adjudicada, según lo indica el INCOP, al proceso con código COT-SUPERTEL-125-12M y número de contrato: PRG-2012-094 [8].

### **1.2.1.2. Nuevo equipamiento**

En la Fase II de la implementación del Laboratorio de Homologación de Equipos de Telecomunicaciones, se ha contemplado la adquisición de equipamiento adicional al adquirido en la Fase I, para realizar pruebas específicas con respecto a las emisiones radioeléctricas de los equipos sujetos a verificación técnica; esto incluye la implementación de una cámara anecoica que permitirá realizar la evaluación técnica de los equipos de telecomunicaciones, sin que exista perturbación externa de radiofrecuencia, para la realización de mediciones de SAR<sup>6</sup> de equipos terminales de telecomunicaciones que operen el rango de frecuencia desde 300 MHz hasta 3 GHz, a fin de demostrar la conformidad con los límites internacionales establecidos para el rango de frecuencias indicado [11].

### **1.2.1.3. Equipo de mediciones para SAR**

Como parte fundamental de la Fase II está la adquisición de todo lo necesario para llevar a cabo las mediciones de SAR, las cuales son realizadas en un laboratorio que disponga de una cámara anecoica, y un modelo simplificado de la anatomía humana

---

<sup>6</sup> SAR (*Specific Absorption Rate*): Tasa de Absorción Específica

denominado “fantoma”, construido con materiales químicos que asemejan la textura, absorción de temperatura y de RF<sup>7</sup> de un organismo humano. Este fantoma se pone en contacto con los equipos emisores de RF y un brazo robótico, con un sensor de radiación electromagnética en su terminal, mapea los puntos específicos, toma los datos del área en contacto con el dispositivo emisor de RF. Si el dispositivo emisor de RF cumple con los estándares de radiación de la salud humana, se procesan los datos para emitir la respectiva certificación.

Las cámaras anecoicas constan de dos partes fundamentales: una cámara envolvente de Faraday y los materiales absorbentes electromagnéticos.

Una cámara de Faraday es una estructura completamente metálica con la que se consigue una atenuación de los campos incidentes, para simular condiciones de espacio libre, evitando interferencias exteriores y señales reflejadas en las paredes y en el techo del recinto de prueba, para realizar mediciones de SAR por radiación de terminales móviles y dispositivos inalámbricos.

Esta cámara tiene una misión bidireccional, es decir, atenuar las interferencias externas para evitar su influencia en el interior, y atenuar los campos generados en el interior, que podrían afectar al entorno exterior [11].

### **1.2.2. ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO**

Una vez implementadas las dos fases del Laboratorio, la SUPERTEL entrará en un proceso de acreditación del Laboratorio, basándose en estándares nacionales e internacionales.

Se adoptarán consideraciones básicas que debe cumplir el laboratorio para ser considerado de calidad, sin olvidar el objetivo principal de la SUPERTEL que es el tener un laboratorio que cumpla todas las normas de calidad aplicadas en la actualidad para acceder a una acreditación y obtener una certificación ISO/IEC 17025 y ser competitivos a nivel nacional e internacional.

---

<sup>7</sup> RF: Radiofrecuencia

El laboratorio se acreditará para pruebas o mediciones específicas, para productos específicos y para especificaciones de prueba bajo el sistema de calidad ISO/IEC 17025 [16].

La norma ISO/IEC 17025 es aplicable a cualquier tipo de laboratorio de calibración o ensayos (pruebas), totalmente independiente de su actividad o tamaño. Está dividido en dos bloques: requisitos de gestión (administrativos) y requisitos técnicos; siendo los últimos de especial interés para la SUPERTEL, como organismo técnico de control del sector de las telecomunicaciones y que debe cumplir a fin de conseguir la acreditación.

El laboratorio, al buscar la certificación desea ser reconocido para operar a través de un sistema de gestión de calidad que le permita administrar y hacer uso de toda la documentación del laboratorio, tanto de gestión así como técnica. Además, se desea demostrar alta competencia técnica en el personal, adecuadas instalaciones y condiciones ambientales, conjugado en métodos validados utilizando equipos y patrones confiables con trazabilidad a las unidades del Sistema Internacional de Unidades, a fin de estar en la capacidad de generar resultados de pruebas técnicamente confiables y válidas.

En el Ecuador, el organismo que evalúa la conformidad de cumplimiento de cada uno de los requisitos de la norma internacional acogida es el OAE<sup>8</sup>, ante el cual la SUPERTEL presentará todos los requisitos para acceder a la acreditación, es decir ser reconocido como un Organismo de Evaluación de la Conformidad y que es competente para desarrollar las actividades para las cuales fue acreditado [16].

### **1.2.3. PROCESO DE HOMOLOGACIÓN**

En la actualidad, el proceso de homologación de equipos terminales de telecomunicaciones se conforma de manera global de:

---

<sup>8</sup> OAE: Organismo de Acreditación Ecuatoriano

- La revisión de la documentación que debe ser enviada por el solicitante.
- La verificación técnica del terminal.

La verificación técnica del equipo terminal se la hace de manera aleatoria, pero sin tener pruebas técnicas definidas que aseguren el correcto comportamiento del mismo. Por ejemplo, en teléfonos celulares simplemente se realiza conexión, envío y recepción de mensajes de texto desde el equipo terminal hacia el equipo de medición, no se tiene una comprobación técnica de todos los parámetros del equipo terminal. En otros casos, como por ejemplo terminales satelitales, no se cuenta con la disponibilidad de estos equipos, por lo tanto, no se pueden realizar pruebas de funcionamiento y solo se verifica la documentación enviada por el solicitante. Cabe mencionar que en los requisitos que el Reglamento para Homologación de Equipos Terminales de Telecomunicaciones dispone para la homologación, no indica que el equipo debe ser remitido para comprobación técnica.

El proceso de homologación comienza desde que una persona natural o jurídica se acerca al edificio matriz de la SUPERTEL con los requisitos y el equipo para la revisión correspondiente y proceder a ingresar todo como un trámite con su respectiva identificación. En el Anexo A se presenta un esquema resumido del actual proceso de homologación.

Para realizar la homologación se divide a los equipos por clase, marca y modelo. La clasificación de los equipos según su clase se explica a continuación.

#### **1.2.3.1. Clasificación de equipos según su clase y bandas de operación.**

Para realizar la homologación de equipos terminales de telecomunicaciones se los ha clasificado de la siguiente manera [20]:

- a) Teléfonos Móviles Celulares
- b) Módems Celulares

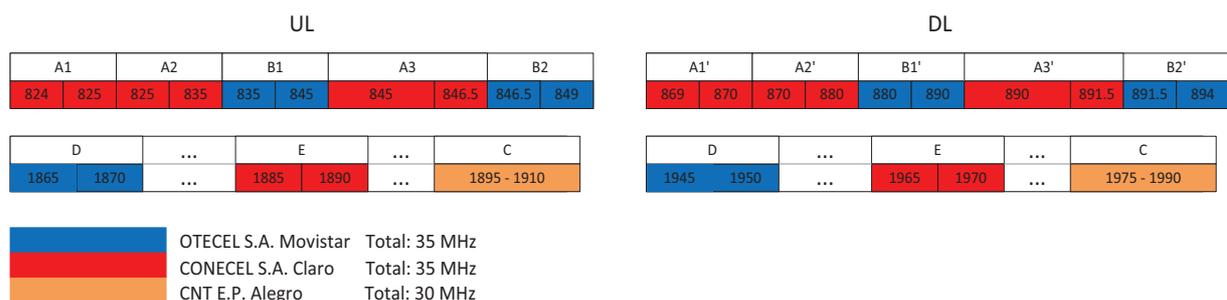
- c) Terminales de Radio de los Sistemas Troncalizados
- d) Terminales de Radio de los Sistemas Comunales de Explotación
- e) Terminales que utilizan Modulación Digital de Banda Ancha (MDBA)
- f) Terminales para el Servicio Satelital de Telecomunicaciones
- g) Otros que el CONATEL considere que deben ser homologados

### 1.2.3.1.1. Teléfonos Móviles Celulares

Equipos que permiten el acceso a las redes del SMA, para la transmisión, emisión y recepción de voz, datos, imágenes o información de cualquier naturaleza entre las operadoras del país [1]. Utilizan las bandas de frecuencias esenciales para el SMA:

- a) UL<sup>9</sup>: 824 MHz a 849 MHz;
- b) DL<sup>10</sup>: 869 MHz a 894 MHz;
- c) UL: 1850 MHz a 1910 MHz; y,
- d) DL: 1930 MHz a 1990 MHz.

En la Figura 1.1 se indica las porciones de bandas asignadas a cada operadora en el país.



Fuente: [12]

**Figura 1.1 Arreglo de frecuencias para las operadoras del país**

<sup>9</sup> UL (Up Link): Enlace de Subida

<sup>10</sup> DL (Down Link): Enlace de Bajada

### 1.2.3.1.2. Módems Celulares

Equipos que incorporen cualquier tipo de módulo GSM/GPRS/WCDMA/HSPA+ para comunicación a través de las redes del SMA, tablets que permiten únicamente transmisión de datos, etc. Utilizan las mismas bandas de frecuencias para el SMA.

### 1.2.3.1.3. Terminales de Radio de los Sistemas Troncalizados

Equipos que permiten el acceso al sistema de radiocomunicación de los servicios fijo y móvil terrestre, que utilizan múltiples pares de frecuencias para establecer comunicación de forma automática a cualquiera de los canales disponibles [3].

En la Tabla 1.1 se indican las bandas atribuidas para la instalación y operación de los sistemas troncalizados:

**Tabla 1.1 Bandas para Sistemas Troncalizados**

Banda (MHz)	Tecnología	Ancho de banda del canal (KHz)
806 – 811 / 851 – 855	Digital	25*
811 – 824 / 856 – 869	Analógica	25
896 – 898 / 935 – 937	Digital	25*
902 – 904 / 932 – 934	Digital	25*
* El CONATEL podrá reducir la canalización de estas bandas a 12,5 KHz.		

Fuente: [3]

### 1.2.3.1.4. Terminales de radio de los sistemas comunales de explotación

Uno o más equipos de radiocomunicaciones utilizados por una persona natural o jurídica, que comparten en el tiempo un canal radioeléctrico con el fin de establecer comunicaciones entre sus estaciones de abonados [4].

Operan en banda compartida debido a que estos equipos tienen las mismas características técnicas de los sistemas convencionales y buscapersonas, como se indica en la Tabla 1.2:

**Tabla 1.2 Bandas para Sistemas Comunales de Explotación**

<b>Banda</b>	<b>Rango (MHz)</b>
VHF	138 – 144 / 148 – 174
UHF	450 – 500
<b>Nota:</b> De acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias, en la banda de 148 – 174 MHz existen pequeños rangos de frecuencias asignados a otro tipo de servicio.	

Fuente: [4]

*1.2.3.1.5. Terminales que utilizan Modulación Digital de Banda Ancha*

Equipos que utilizan diferentes técnicas de modulación digital con un ancho de banda asignado con una baja densidad espectral de potencia, minimizando la posibilidad de interferencia [2].

Utilizan técnicas de modulación digital de banda ancha en las bandas de frecuencia indicadas en la Tabla 1.3:

**Tabla 1.3 Bandas para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha**

<b>Banda (MHz)</b>
902 – 928
2400 – 2483.5
5150 – 5250
5250 – 5350
5470 – 5725
5725 – 5850

Fuente: [2]

*1.2.3.1.6. Terminales para el Servicio Satelital de Telecomunicaciones*

Equipos que permiten llegar al usuario final de manera directa mediante enlaces satelitales, así como las comunicaciones entre éstos y otros equipos de telecomunicaciones terrestres utilizando el sistema satelital [5]. En la Tabla 1.4 se presenta las bandas de frecuencias que utilizan:

**Tabla 1.4 Bandas para el Servicio Satelital de Telecomunicaciones**

<b>Banda (MHz)</b>
387 – 390
399,9 – 400,05
1518 - 1559
1610 – 1660,5

Fuente: [5]

*1.2.3.1.7. Otros que el CONATEL considere que deben ser homologados*

Todos los equipos que utilicen redes de telecomunicaciones de manera directa o indirecta, que no se encuentran en la clasificación anterior, siempre y cuando utilicen niveles de potencia superiores a 50 mW.

#### **1.2.4. ESTADÍSTICAS DE EQUIPOS HOMOLOGADOS**

En base a datos publicados en la página web oficial de la SUPERTEL, que son de dominio público, se realizó la estadística de equipos homologados por clase que se muestra en la Tabla 1.5 [21].

La estadística muestra los equipos homologados desde el año 2005 hasta el 2012, con lo cual se observa que se ha venido homologando varias clases de equipos terminales de telecomunicaciones, los cuales en su mayoría se han mantenido hasta el año 2012, excepto los equipos Base-Unidad de suscriptor y terminales del servicio de buscapersonas, debido a que su tecnología ha quedado obsoleta.

La homologación aumenta acorde a la necesidad de comercializar en el país equipos con nuevas tecnologías, por ejemplo en el año 2008 y 2009, equipos con tecnología digital de banda ancha (principalmente equipos con tecnología WLAN), son los que registran mayor número de homologaciones, debido a que en estos años tuvieron su mayor auge.

Tabla 1.5 Estadística 2012 de equipos terminales homologados

AÑO	Equipos para sistemas de modulación digital de banda ancha	Estación Base-Unidad de Suscriptor	Módems	Otros	Terminal para el Servicio Móvil Avanzado	Terminal para el Servicio Satelital de Telecomunicaciones	Terminales de Radio de los Sistemas Troncalizados	Terminales de Servicio de Buscapersonas	Terminales de Radio de los Sistemas Comunales de Explotación	Total general
2005	18	1	17	4	46	-	-	2	6	94
2006	16	2	7	120	66	-	13	-	2	226
2007	62	-	12	2	85	-	-	-	26	187
2008	125	-	15	11	96	-	8	-	8	263
2009	170	-	30	6	76	1	-	-	4	287
2010	65	-	26	3	92	8	13	-	12	219
2011	100	-	30	3	125	2	11	-	31	302
2012	89	-	25	1	90	8	3	-	29	245
<b>Total general</b>	<b>645</b>	<b>3</b>	<b>162</b>	<b>150</b>	<b>676</b>	<b>19</b>	<b>48</b>	<b>2</b>	<b>118</b>	<b>1823</b>

Fuente: [21]

El despliegue de tecnologías celulares en el país, ha hecho posible el crecimiento de homologaciones de equipos terminales para el Servicio Móvil Avanzado, lo cual se ve evidenciado en la estadística presentada, ya que del total de homologaciones, la mayoría aplica a esta clase de equipos.

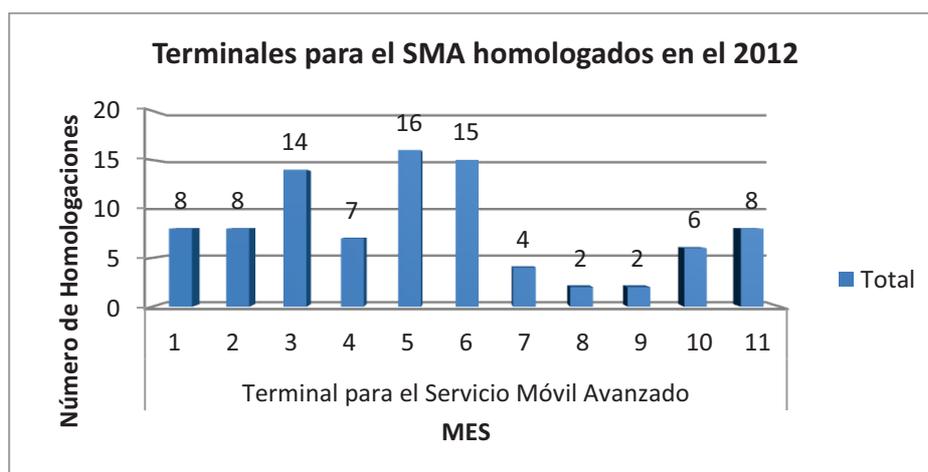
En la Tabla 1.6 y la Figura 1.2, se aprecia el número de homologaciones por mes que se realizaron en el 2012; se observa que en los meses más comerciales del año se tiene mayor número de homologaciones, ya que se comercializan gran cantidad de equipos terminales.

Dentro de esta clase de equipos, se encuentran los terminales HSPA+, los cuales desde el último semestre del año 2012, ya empiezan a tomar relevancia dentro de la homologación debido a que la tendencia de los terminales es que tengan tecnología HSPA+, antes de llegar a tecnologías de cuarta generación (4G).

**Tabla 1.6 Estadística 2012 de equipos terminales homologados para el Servicio Móvil Avanzado**

Mes	Terminales para el Servicio Móvil Avanzado homologados en el año 2012
1	8
2	8
3	14
4	7
5	16
6	15
7	4
8	2
9	2
10	6
11	8
12	0
<b>Total general</b>	<b>90</b>

Fuente: [21]



Fuente: [21]

**Figura 1.2 Estadística 2012 de equipos terminales homologados para el Servicio Móvil Avanzado**

### 1.3. NORMATIVA

Para el presente proyecto, se hace referencia al Reglamento para Homologación de Equipos Terminales de Telecomunicaciones y al Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada del año 2001.

#### 1.3.1. REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES REFORMADA [7]

El Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, en el Título XII, Capítulo IV, establece que todo equipo terminal de telecomunicaciones utilizado en el país debe ser homologado y normalizado, como lo mencionan los siguientes artículos:

**Artículo 146.-** Los equipos terminales de telecomunicaciones usados dentro del país, deberán estar homologados y normalizados, para promover el desarrollo armónico de los servicios de telecomunicaciones.

**Artículo 147.-** Los usuarios de servicios de telecomunicaciones no podrán usar ningún tipo de equipo terminal que pueda impedir o interrumpir el servicio, degradar su calidad, causar daño a otros usuarios o a otras redes públicas o privadas, ni a empleados de las operadoras de dichas redes. El suministro, instalación, mantenimiento y reparación de los equipos terminales serán responsabilidad del propietario del equipo.

**Artículo 148.-** No se autoriza el uso o comercialización dentro del territorio nacional de:

- a) Equipos terminales destinados a conectarse directa o indirectamente a una red pública en el Ecuador que no hayan sido aprobados mediante el proceso de homologación de equipos o acuerdos internacionales suscritos por el Ecuador; y,

- b) Los equipos de telecomunicaciones u otros tipos destinados para uso en el país, que sean incompatibles con el Plan Nacional de Frecuencias, o que puedan dañar o afectar en general las redes de telecomunicaciones, o el uso del espectro radioeléctrico

### **1.3.2. REGLAMENTO PARA HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES [6]**

La SUPERTEL realiza la homologación de equipos, amparada en la Resolución N°452-29-CONATEL-2007, “REGLAMENTO PARA HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES”, que establece:

**Artículo 2.-** **Ámbito.-** La aplicación del Reglamento comprende a los equipos terminales de telecomunicaciones que utilizan espectro radioeléctrico por clase, marca y modelo y que utilicen niveles de potencia superiores a 50 mW.

**Artículo 4. Comercialización.-** Para la comercialización u operación en el país de los equipos terminales de telecomunicaciones estos deberán estar previamente homologados.

Es necesario la homologación a fin de: prevenir daños a las redes de telecomunicaciones; evitar la perturbación técnica a los servicios de telecomunicaciones; evadir la interferencia perjudicial al espectro radioeléctrico; y contribuir con una óptima calidad en la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

Para iniciar el proceso de homologación el solicitante debe tener en cuenta los requisitos, los cuales están indicados en el siguiente artículo:

**Artículo 12.- Requisitos.-** Para homologar un equipo terminal de telecomunicaciones por cada clase, marca y modelo, el solicitante presentará a la SUPTTEL, los siguientes documentos:

a) Para equipos de telecomunicaciones fabricados o ensamblados fuera del Ecuador:

- Solicitud escrita dirigida al Superintendente de Telecomunicaciones.
- Manuales técnicos.
- Características de funcionamiento.
- Un certificado o un documento de características técnicas de los equipos cuya clase, marca y modelo se quiere homologar, emitido por un organismo internacional reconocido.

b) Para equipos de telecomunicaciones fabricados o ensamblados en el Ecuador:

- Solicitud escrita dirigida al Superintendente de Telecomunicaciones.
- Manuales técnicos.
- Características de funcionamiento.
- Un certificado o un documento de características técnicas emitido por un laboratorio calificado por el CONATEL u organismo internacional de que los equipos cuya clase, marca y modelo se solicita homologar cumplen con las especificaciones de la norma técnica correspondiente.

Como consecuencia de la verificación técnica se obtiene el certificado, al cual se hace referencia en el siguiente artículo:

**Artículo 6.- Certificado.-** La SUPTTEL emitirá el certificado de homologación, el cual será genérico por cada clase, marca y modelo de equipo de telecomunicaciones. El certificado contendrá las especificaciones técnicas mínimas de operación de los equipos.

Parte fundamental de la homologación de equipos terminales de telecomunicaciones, es que éstos cuenten con un certificado o un documento técnico avalado por un laboratorio u organismo internacional reconocido por el CONATEL, lo cual, se establece en los siguientes artículos:

**Artículo 13.- Organismos Internacionales y laboratorios.-** La SUPTEL remitirá para consideración y aprobación del CONATEL los informes relativos a los organismos internacionales o laboratorios internacionales de los cuales el CONATEL podrá reconocer como válida la emisión de un certificado o documento de características técnicas como requisito para los fines de homologación comprendidos en el presente Reglamento.

El CONATEL resolverá lo pertinente en el plazo de 30 días. Si el CONATEL no se ha pronunciado en el plazo antes indicado, se entenderá por aceptados los informes y en consecuencia aquellos organismos internacionales o laboratorios internacionales a los que se refieren los informes deberán ser incluidos y publicados como válidos.

**Artículo 14.- Publicación de los Organismos Internacionales y Laboratorios.-** La SUPTEL publicará y actualizará semestralmente en su página web el listado de los Organismos Internacionales y los laboratorios nacionales e internacionales, reconocidos en el Ecuador para la emisión de certificados o documentos de características técnicas que podrán ser utilizados como requisitos para homologación.

**Artículo 15.- Entidades Certificadoras o Entidades Reconocidas.-** Un laboratorio calificado por el CONATEL o entidad reconocida por el CONATEL podrá emitir el certificado o documento de características técnicas para un equipo terminal de telecomunicaciones, cuando existan dudas respecto del cumplimiento de especificaciones técnicas del equipo que se solicita a la SUPTEL la homologación.

**Artículo 26.- Organismos y entidades reconocidos.-** Son válidas las especificaciones técnicas, certificados o documentos de los siguientes organismos: Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Federal Communications Commission (FCC), European Telecommunications Standard Institute (ETSI), The Certification and Engineering Bureau of Industry of Canada (CEBIC), Telecommunications Industries Association (TIA), Electronic Industries Alliance (EIA), Cellular Telephone Industry Association (CTIA), Unión Europea (UE), Comunidad Económica Europea (CEE), Deutsches Institut für Normung (DIN), British Standards Institution (BSI), Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), Association Française de Normalisation (AFNOR), International Electrotechnical Commission (IEC), Industrial Standards Committee Pan American Standards Commission (COPANT), The African Organization for Standardization (ARSO), The Arab Industrial Development and Mining Organization (AIDMO), Korean Agency for Technology and Standards (KATS), European Committee for Standardization, Standardization Administration of China, Hermon Laboratories y otros que el CONATEL los reconozca.

### **1.3.3. PROCEDIMIENTO CORRESPONDIENTE AL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN [14]**

El 15 de Abril de 2013 el Superintendente de Telecomunicaciones suscribe la Resolución N° ST-2013-0205 mediante la cual se resuelve: “ACTUALIZAR EL PROCEDIMIENTO CORRESPONDIENTE AL PROCESO CERTIFICAR EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES Y SUS ANEXOS, E INCLUIRLO EN EL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES”.

Dicho documento establece los procedimientos y los lineamientos generales para la aplicación transparente del Proceso de Homologación de Equipos Terminales de Telecomunicaciones, así como todas las responsabilidades de los funcionarios involucrados en el proceso de homologación a fin de tener una idea clara de todos

los pasos a seguir para atender y dar una respuesta oportuna a una solicitud de homologación.

Así mismo, establecen lineamientos en caso de que una solicitud no cumpla con los requisitos para proceder con la homologación y también en caso para la anulación de un certificado de homologación.

Es importante indicar que el Intendente Nacional Técnico de Control de la SUPERTEL es el responsable del análisis y la suscripción del Certificado de Homologación y de las comunicaciones a sus respectivos solicitantes; es decir, es la persona que finalmente aprueba el informe emitido por la DCI.

La actualización del Procedimiento en el numeral 9 del Artículo 1, indica el proceso que se debe seguir para la homologación de equipos terminales de telecomunicaciones. En el Anexo A se presenta un diagrama resumido del proceso actual de homologación.

#### **1.3.3.1. De los valores por derecho de homologación**

Conforme disponen las Resoluciones 164-04-CONATEL-2008 de 6 de marzo de 2008 y SENATEL-2008-0062 de 4 de abril de 2008, la persona natural o jurídica que solicite la homologación de una marca y modelo de equipo terminal, deberá cancelar a la Superintendencia de Telecomunicaciones los derechos por la emisión y registro, y que corresponden a:

- a) Para equipos terminales del Servicio Móvil Avanzado, clase, marca y modelos hasta US\$ 3.800.
- b) Derechos de homologación para otros equipos terminales (módems celulares, troncalizados, radio de dos vías, sistema MDBA y otros), US\$ 39.

El valor de la homologación para terminales del Servicio Móvil Avanzado estará distribuido en las siguientes gamas:

- Precio de Venta al Público sin IVA, mayor a US\$ 300  
Gama Alta [US \$ 3.800]
- Precio de Venta al Público sin IVA, entre US\$121-300  
Gama Media [US \$ 2.530]
- Precio de Venta al Público sin IVA, entre US\$ 0-120  
Gama Baja [US \$ 1.270]

#### **1.4. RECOMENDACIONES PARA EL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN**

Con el fin de realizar el proceso de homologación de forma más eficiente y ágil, se hace indispensable implementar algunos cambios en varias áreas que intervienen en el mismo, permitiendo optimizar el tiempo de trabajo, tanto para los funcionarios de la SUPERTEL, así como para el solicitante, en relación al tiempo que debe esperar para la obtención del Certificado de Homologación. Es decir lo que se optimizará son los tiempos de trabajo, los cuales, serán los necesarios para cumplir con toda la comprobación técnica de un equipo terminal de telecomunicaciones.

Por consiguiente, todas las recomendaciones descritas a continuación, tanto administrativas, como técnicas, se hacen en base a la experiencia diaria que se tiene con todo el proceso de homologación; es decir, se ha detectado en varias partes del mismo, que se puede mejorar varios aspectos, para hacerlo más eficiente.

##### **1.4.1. RECOMENDACIONES ADMINISTRATIVAS**

Estas recomendaciones tienen como objetivo mejorar varios aspectos del proceso de homologación, tanto en la documentación presentada por el solicitante, como en lo referente a la recepción, almacenamiento y devolución de todos los equipos terminales de telecomunicaciones.

Hay que tomar en cuenta que cada una de las partes de gestión que intervienen son importantes en este proceso, por ende se plantean posibles cambios en la parte administrativa de este proceso.

#### **1.4.1.1. Referente a los requisitos**

Los requisitos que se deben presentar para la homologación de un equipo terminal son una parte esencial dentro del proceso, los cuales están descritos en el Reglamento pertinente o en la página web de la SUPERTEL; sin embargo, en ocasiones, la interpretación que le dan los solicitantes es errónea o simplemente hay una diversidad de criterios, lo que deriva en que los trámites se ingresen incompletos o con información que no corresponde, esto se ve evidenciado al momento en que un solicitante que desea homologar un equipo por primera vez y, en algunos casos, su trámite es devuelto por no cumplir con todos los requisitos.

A fin de dar facilidades a los solicitantes para la estandarización de criterios, se indica a continuación una manera óptima de presentar todos los requisitos, de acuerdo a la realidad actual del proceso de homologación,

En el Anexo B se indica una propuesta de cómo presentar todos los requisitos.

##### *1.4.1.1.1. De la solicitud de homologación*

Dentro de la diversidad de solicitudes que se ingresan a la SUPERTEL, en muchas de ellas no se presenta la información básica que de una idea clara del equipo que se pide homologar. Además contienen errores, en algunas ocasiones muy sencillos, como que la solicitud no está dirigida al Superintendente de Telecomunicaciones, o equivocaciones en la marca y modelo del equipo.

La solicitud debe dar una idea rápida y concisa del equipo que se pretende homologar, además indicar claramente todos los datos del solicitante; en el Anexo B.1 se propone un formato estandarizado de solicitud.

#### *1.4.1.1.2. De los manuales técnicos*

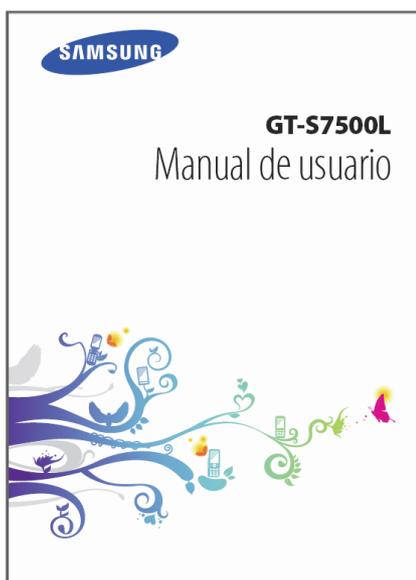
En lo referente a manuales técnicos, se ha detectado que es uno de los requisitos que presenta un cierto grado de confusión o una mala interpretación por parte del solicitante.

La información que se envía es muy diversa y no estandarizada, en ocasiones no sigue ningún orden o simplemente parte de la información entregada no es necesaria. También se da casos en que la información no indica la marca ni modelo del equipo que se pide homologar, por lo que no se tiene certeza de que dicha información realmente es del equipo.

Con el objetivo de que la información sea más ordenada y útil, se recomienda una manera ordenada de organizar la información que se envía por parte del solicitante, la cual se presenta a continuación:

#### ➤ **Manual de Usuario**

Se debe especificar todo en cuanto a cómo se debe: configurar, manipular, usar, instalar, conectar y demás información pertinente, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del equipo terminal de telecomunicaciones. El manual de usuario debe especificar el modelo de equipo y su fabricante, como lo indica la Figura 1.3.



Fuente: [18]

**Figura 1.3 Ejemplo de Portada del Manual de Usuario de un equipo**

### ➤ **Especificaciones Técnicas**

Debe contener todas las especificaciones del equipo terminal: tipo, potencia de emisión/transmisión, tecnologías utilizadas, bandas de frecuencia de operación, tipo de modulación, canales, velocidades, ganancias, estándares utilizados, etc. También características de todas las funciones y servicios soportados por el equipo, y demás información adicional pertinente dependiendo de la clase de equipo.

Además, se debe incluir todas las especificaciones físicas y ambientales del equipo terminal, tales como dimensiones, peso, temperatura de operación/almacenamiento, etc. En el Anexo B.2 (Tablas: B.2.1, B.2.2 y B.2.3), se indica una propuesta de especificaciones técnicas mínimas a presentarse.

#### *1.4.1.1.3. De las características de funcionamiento*

En la mayoría de solicitudes de homologación, las características de funcionamiento del equipo terminal se envían de forma diversa o incluida en los manuales técnicos. El fin real de este requisito es dar un entendimiento claro del tipo de equipo, cómo funciona y cómo será utilizado en las redes de telecomunicaciones. Por lo cual, para

un fácil entendimiento, se recomienda enviar esta información en un documento dividido de la siguiente manera:

➤ **Descripción general del equipo**

Se debe realizar una descripción breve del equipo con la información más relevante del mismo, a fin de tener una idea clara del tipo de equipo y de lo que hace.

➤ **Descripción del funcionamiento del equipo**

Se debe señalar como funciona el equipo, qué utiliza para dicho funcionamiento, sus partes y demás información necesaria para el correcto funcionamiento del equipo. En el Anexo B.3 (Figura B.3.1) se indica una propuesta de cómo presentar esta información.

➤ **Modo de conexión a la red**

Aquí se debe indicar, de manera clara, a través de gráficos y/o esquemas, la forma en la cual el equipo se conecta cuando esté funcionando, con que redes lo haría e interfaces que utilizaría. Además, debe incluir una breve explicación de los gráficos y/o esquemas de conexión. Una propuesta se presenta en el Anexo B.4 (Figura B.4.1).

• **Elaborado por:**

Al final del documento en el cual se envían las características de funcionamiento, se debe indicar el nombre del responsable de la solicitud, cargo, teléfono y e-mail.

*1.4.1.1.4. Del certificado o documento de características técnicas emitido por un organismo internacional reconocido*

Se debe remitir el certificado de un Organismo Internacional reconocido, en el cual, conste el número de identificación correspondiente al equipo que se quiere homologar. En el Anexo B.5 (Figura B.5.1) se indica un ejemplo de certificado y en la

Tabla B.5.1 se propone un formato de tabla que resume las características descritas por el organismo internacional respectivo.

#### 1.4.1.2. Referente a la recepción, almacenamiento y devolución de equipos

Parte esencial del proceso de homologación es la recepción, almacenamiento y devolución de los equipos a ser homologados, ya que es el tratamiento que se le da al equipo terminal por parte de la SUPERTEL. Por consiguiente se hace necesario tener un manejo organizado de todos estos aspectos.

En el Anexo C, se indica una propuesta de formatos de hojas de recepción, almacenamiento y devolución de equipos, así como una etiqueta de identificación del equipo.

##### 1.4.1.2.1. De la recepción de equipos

La recepción de la documentación y los equipos a ser homologados, actualmente se la hace en la Unidad de Archivo (como se indica en el diagrama del proceso de homologación en el Anexo A), ubicada en la planta baja del edificio matriz de la SUPERTEL, en donde el funcionario correspondiente receipta la solicitud y como única constancia de que un trámite ingresa a la Superintendencia de Telecomunicaciones se procede a poner un sello de recibido, en el cual se indica: fecha, hora, número de trámite, nombre del funcionario, número de hojas y todo lo demás que se receipta, por ejemplo: un equipo terminal, un CD, cables, etc.; el modelo de sello de recibido, ya con una solicitud ingresada, se presenta en la Figura 1.4:



Fuente: [13]

**Figura 1.4 Sello de recepción de documentos**

En la unidad de archivo, al receptor las solicitudes y hacer constancia de todo lo recibido en el sello respectivo, se procede a fotocopiar dicha solicitud y entregársela al solicitante, quien además firma una hoja de recepción de equipos, la cual sirve a la Unidad de Archivo como registro del ingreso de un equipo.

Con la finalidad de tener una visión más amplia del equipo a ser homologado, que se ingresa a la SUPERTEL, en el Anexo C.1 se propone el formato de una hoja de constancia de recepción propuesta para la debida recepción del equipo que será entregada al solicitante, además de la fotocopia de la solicitud.

Dicha hoja de constancia permitirá identificar al equipo por clase, marca y modelo y se recomienda que sea implementada en un sistema digitalizado y así contar con su respectivo respaldo, la que permitirá tener una base de datos más ordenada de los equipos que ingresan para la homologación. Esta hoja se imprimirá para sus respectivas firmas como constancia de la recepción. Una copia se quedará en la Unidad de Archivo y otra se la entregará en ese momento al solicitante. Esta copia del documento de recepción será el único documento habilitante para solicitar información o retiro del equipo.

Cuando el equipo sea remitido por la Unidad de Archivo a la DCI, esta última receptorá el equipo y esto quedará registrado a través de una hoja de recepción, lo que permitirá saber claramente la fecha de ingreso del trámite a la DCI. El formato de la hoja de recepción propuesta se indica en el Anexo C.2.

#### *1.4.1.2.2. Del almacenamiento de equipos*

En la actualidad, no existe un lugar amplio que permita almacenar de manera ordenada los equipos, al momento de la recepción ni después de concluida la verificación técnica de los mismos, por lo que no se los puede ubicar rápidamente, lo que conlleva una pérdida de tiempo.

Para el almacenamiento se recomienda que al ingresar el equipo, éste sea identificado a través de una etiqueta que contenga información general para que se lo pueda ubicar y reconocer fácilmente por cualquier persona que esté involucrada en el proceso de homologación; el formato de la etiqueta propuesta se presenta en el Anexo C.3.

El espacio físico destinado será exclusivamente para los equipos a homologarse y deberá contar con lo siguiente:

- Suficiente espacio para cada clase de equipos
- Identificativos para cada clase de equipos
- Seguridad

#### *1.4.1.2.3. De la devolución de equipos*

Cualquier equipo que sea remitido por la DCI a la Unidad de Archivo, ya sea porque el solicitante haya cancelado los respectivos valores por derecho o por que el equipo será retirado dado que el trámite no cumplió con los requisitos para la homologación, deberá contar con su constancia de salida.

Para esto se recomienda una hoja de devolución de equipos adecuada, la cual contendrá datos importantes como la fecha de salida del equipo de la DCI y la firma del responsable de la Unidad de Archivo. El formato de la hoja de devolución propuesta se indica en el Anexo C.4.

Para la devolución del equipo por parte de la Unidad de Archivo al solicitante, además de la constancia de entrega que se hace en los respectivos oficios emitidos previamente por la Intendencia Nacional Técnica de Control, se recomienda colocar un sello de devolución en la copia de la hoja de constancia de recepción que el solicitante posee.

#### 1.4.2. RECOMENDACIONES TÉCNICAS

La finalidad de estas recomendaciones es tener equipos terminales adecuados para la realización de mediciones y pruebas técnicas, además poder realizar pruebas de funcionalidad utilizando SIM's<sup>11</sup> de las tres operadoras celulares presentes en el país.

Para realizar las mediciones, el equipo terminal se conecta al simulador de estación transceptora base E5515C mediante la jaula de Faraday (detallados en el capítulo 3), la cual posee una antena interna que permite la conexión.

Como la prueba se hace de forma radiada, el equipo terminal dentro de la jaula de Faraday se lo debe mover hasta ubicar la mejor posición en la cual se tenga una buena señal y, por ende, que la medida de potencia sea la máxima.

Por lo que se recomienda que el solicitante envíe dos equipos terminales; el primero que incluya el acceso al conector RF del equipo con su cable respectivo, con el fin de poder conectarlo directamente al simulador de radio base, para realizar pruebas conducidas y así reducir las pérdidas y la incertidumbre que se tendría si se lo haría de manera radiada; y, el segundo, una muestra comercial a fin de cumplir con las pruebas de funcionalidad.

---

<sup>11</sup> SIM (*Suscriber Identity Module*): Módulo de Identificación del Suscriptor

## REFERENCIAS

- [1] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento para la prestación del Servicio Móvil Avanzado
- [2] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Norma para la implementación y operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha
- [3] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento y Norma Técnica para los Sistemas Troncalizados
- [4] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento y Norma Técnica para los Sistemas Comunales de Explotación
- [5] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento para la prestación de Servicios Finales de Telecomunicaciones por Satélite
- [6] CONATEL (2007). *Reglamento para la homologación de equipos terminales de telecomunicaciones (Resolución No. 452-29-conatel)*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [7] DECRETO PRESIDENCIAL (2001). *Reglamento general a la ley especial de telecomunicaciones reformada (Decreto No. 1790)*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [8] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2012). *Contrato de construcción del laboratorio de homologación y restauración del edificio de oficinas de la estación de comprobación técnica de Calderón de la Superintendencia*, Documento electrónico  
<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=SDzB2lXu4pgZRkUO1MShEmX8cHYs8-AfI3e5Ov3QWw0>

- [9] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2011). *Contrato de implementación del laboratorio de verificación técnica de equipos, Fase I*, Documento electrónico <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=kye7mKn0T6XtG0t5FD6KgW7hpLLCMATWCas6DJaTsiY>
- [10] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2013). *Contrato para la adquisición de equipos para el laboratorio de homologación de equipos de telecomunicaciones, Fase II*, Documento electrónico <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=nPWRjUphSZ8dcz5JmH6xQnBiSRCk88zoV3AzeVhFHVg>
- [11] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2013). *Pliegos para la adquisición de equipos para el laboratorio de homologación de equipos de telecomunicaciones, Fase II*, Documento electrónico <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=nPWRjUphSZ8dcz5JmH6xQnBiSRCk88zoV3AzeVhFHVg>
- [12] SUPERTEL. *Distribución del espectro radioeléctrico para el Servicio Móvil Avanzado para las operadoras móviles*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [13] SUPERTEL. *Hoja de tramite No. 2012-10785*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [14] SUPERTEL (2010). *Instructivo para la aplicación del proceso de homologación de equipos terminales de telecomunicaciones en la superintendencia de telecomunicaciones* Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [15] FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION, [https://apps.fcc.gov/oetcf/tcb/reports/Tcb731GrantForm.cfm?mode=COPY&RequestTimeout=500&tcb\\_code=&application\\_id=186122&fcc\\_id=A3LGTS7500L](https://apps.fcc.gov/oetcf/tcb/reports/Tcb731GrantForm.cfm?mode=COPY&RequestTimeout=500&tcb_code=&application_id=186122&fcc_id=A3LGTS7500L)

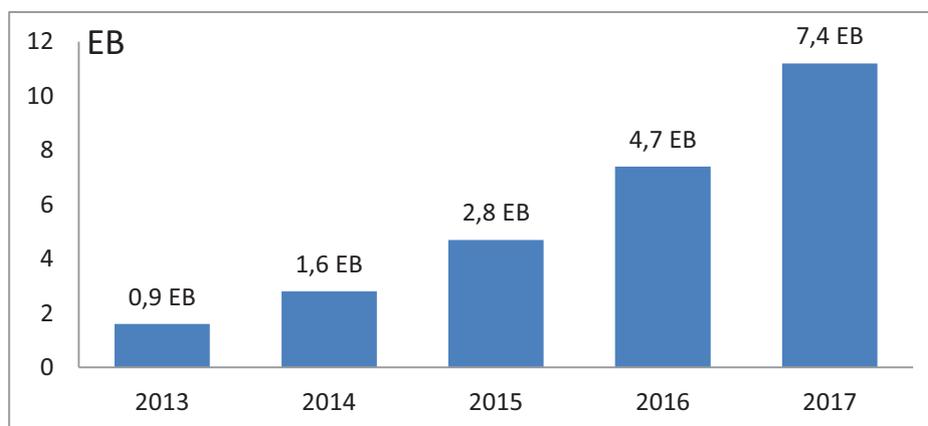
- [16] ORGANISMO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO,  
[http://www.oae.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=24&Itemid=153](http://www.oae.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=153)
- [17] REAL ACADEMIA DE LA LENGUA,  
<http://www.rae.es/drae/>
- [18] SAMSUNG,  
<http://www.samsung.com/mx/support/model/GTS7500ABLTCEdownloads?downloadName=UM>
- [19] SKYWAVE,  
<http://www.skywave.com/en/products/satellite-communication/dmr-800-series/>
- [20] SUPERTEL,  
[http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=154:clase-deequiposquedebenserhomologados&catid=54:homologaciones&Itemid=307](http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=154:clase-deequiposquedebenserhomologados&catid=54:homologaciones&Itemid=307)
- [21] SUPERTEL,  
[http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=101](http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=101)

## CAPÍTULO 2

### 2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE RADIOFRECUENCIA DE HSPA+ Y DE SUS EQUIPOS TERMINALES

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

El tráfico de datos móvil ha superado al tráfico de voz y sigue creciendo rápidamente; esta tendencia de crecimiento va a continuar. En el 2012 el tráfico de datos mundial creció en un 70%, alcanzando alrededor de 885 petabytes por mes, a diferencia del 2011 que llegó a 520 petabytes por mes. Con estas cifras de tráfico de datos mundial actuales, se estima que en el 2017 crecerá en un 66% superando los 10 EB<sup>12</sup>. La Figura 2.1 presenta el crecimiento estimado del tráfico [6].



**Figura 2.1 Tráfico de datos por mes estimado hasta el 2017**

Este crecimiento del tráfico, impulsado por nuevos servicios y capacidades del terminal, es paralelo a las expectativas de tener tasas de datos similares a las de banda ancha fija. El tráfico real generado por cada abonado puede variar mucho dependiendo de la geografía, el mercado, el tipo de terminal y el tipo de suscripción; algunos usuarios con dispositivos móviles ya están generando tráfico en el orden de

<sup>12</sup> EB es exabytes

GB<sup>13</sup> y se estima que son varios GB por mes para algunos dispositivos y de acuerdo al comportamiento de determinados usuarios. Este comportamiento de los usuarios, que continúa evolucionando a medida que se expande el uso de la banda ancha móvil a través del tiempo, es tomado en cuenta por los operadores y proveedores con tecnología mejorada que luego impulsa una demanda adicional.

Conexiones móviles de banda ancha más rápidas, teléfonos inteligentes, tablets más potentes, laptops conectadas a la red, así como nuevos consumidores y aplicaciones empresariales están impulsando a la industria inalámbrica para proporcionar nuevas capacidades técnicas [11].

### **2.1.1. TECNOLOGÍA CELULAR DE TERCERA GENERACIÓN (3G)**

La tercera generación (3G) de sistemas móviles nació de la necesidad de agregar nuevos servicios tales como: navegación de internet móvil, e-mail, alta tasa de transferencia de datos, video llamada, capacidad multimedia, mensajería instantánea, transmisión de audio y video en tiempo real y transmisión de voz en alta calidad, semejante al de telefonía fija. Los servicios de datos tienen diferentes requerimientos de calidad de servicio y de tráfico; como se mencionó en el punto anterior, el tráfico de voz ha sido superado por el de datos.

Es por eso que los organismos de estandarización se encargaron de desarrollar tecnologías que suplan estas necesidades y que puedan ser compatibles con tecnologías anteriores como las de segunda generación (2G). Basándose en conceptos utilizados en las tecnologías predecesoras, nacen los dos desarrollos con mayor aceptación CDMA2000 1x y Universal Mobile Telecommunications System (UMTS).

CDMA2000 1x, basado en CDMA ONE (IS-95), posee mejoras que permiten altas velocidades de datos y soporta algunos de los servicios 3G. CDMA2000 1x

---

<sup>13</sup> GB es gigabytes

evolucionó para soportar incluso tasa de datos más altas con la versión optimizada: CDMA2000 1xEV-DO y sus revisiones A, B, C y 1XEV-DV. 1x EV-DO es una solución de internet de alto desempeño [1].

UMTS es el estándar europeo desarrollado por medio del 3GPP para redes móviles de tercera generación y por sus grandes prestaciones y aplicaciones es la tecnología 3G líder utilizada en el mundo.

UMTS, definido en el *Release 99*, no se refiere solo al acceso de radio; la red de acceso de radio se conecta a la red de núcleo (*core*), la cual es una evolución del núcleo de GSM, pero utiliza una tecnología de acceso de radio totalmente diferente: WCDMA, llamada también CDMA de banda ancha porque la portadora es de 5 MHz.

El *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA) ofrece dos modos de operación: Duplexación por División de Frecuencia (FDD, *Frequency Division Duplexing*), donde el tráfico de *uplink* (UL) y *downlink* (DL) son transportados por diferentes canales de radio; y Duplexación por División de Tiempo (TDD, *Time Division Duplexing*), donde el mismo canal de radio es usado para el tráfico de UL y DL, pero en tiempos diferentes. La evolución para soportar mayores tasas de datos fue lanzada con la introducción de HSDPA [1].

UMTS es considerado como el primer paso hacia la banda ancha móvil. El primer servicio comercial basado en UMTS, se lanzó en octubre de 2001. Diez años después, prácticamente todos los operadores móviles incluyen banda ancha móvil en sus servicios.

Debido a que las diferentes referencias bibliográficas muchas veces se refieren a los términos UMTS y WCDMA como sinónimos, se hará una diferencia entre los mismos. Para fines de este proyecto de titulación, se empleará WCDMA para hacer referencia al acceso de radio solamente y a UMTS como el estándar de telefonía móvil de tercera generación.

## 2.2. EL ACCESO DE RADIO DE UMTS

La arquitectura UTRAN (Red de Acceso de Radio Terrestre de UMTS) incluye el UE, el Nodo B y el RNC. Como ya se ha venido anticipando, UMTS utiliza WCDMA como técnica de acceso de radio, del terminal móvil (UE) al Nodo B y viceversa. En UMTS la radio base es llamada Nodo B y el terminal móvil UE (*User Equipment*). En este proyecto se tratará el modo FDD para la duplexación porque es la alternativa que se utiliza en el país.

Al igual que en el CDMA básico, el espectro expandido (*spread spectrum*) es la parte fundamental en WCDMA, pero emplea un mayor ancho de banda, y un conjunto de mejoras para cumplir los requisitos de los sistemas 3G, lo que en conjunto hace que WCDMA sea significativamente diferente al CDMA básico. En la siguiente sección se ofrece una breve descripción de la tecnología de radio WCDMA que ayudará a entender la estructura básica y operación de la interfaz de aire de las redes 3G.

### 2.2.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE WCDMA

La técnica fundamental utilizada en WCDMA es DSSS<sup>14</sup> cuyo principio se ilustra en la Figura 2.2; en esta figura se asume que la señal de radio es transmitida desde el Nodo-B hacia el UE.

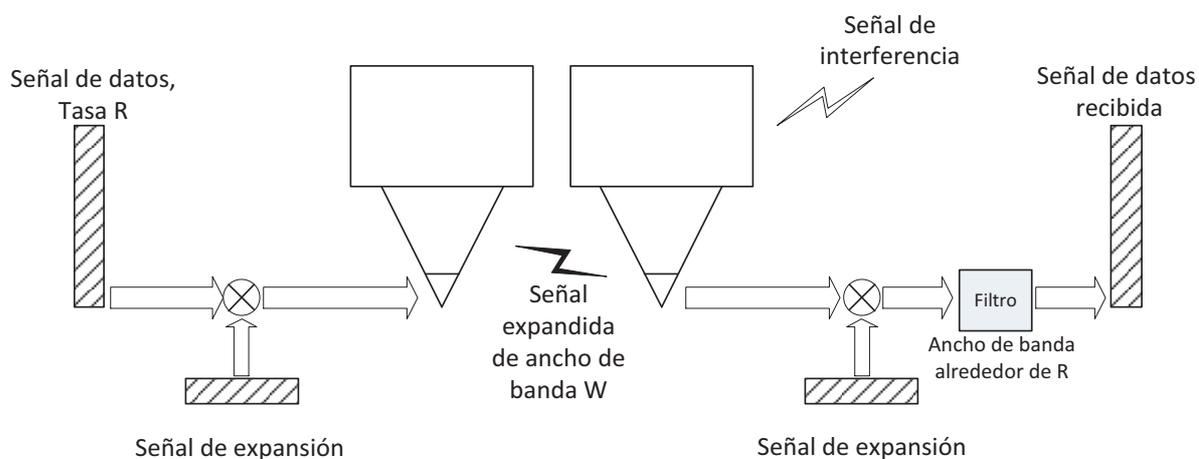
En el Nodo-B, la señal a ser transmitida de velocidad  $R$  se combina con una señal de expansión, creando una señal ensanchada con ancho de banda  $W$ . En el UE, la señal recibida se multiplicará por la misma señal de expansión. Ahora, si la señal de expansión, generada localmente en el UE, está sincronizada con la señal ensanchada, el resultado obtenido es la señal original de datos. Como en todas las comunicaciones inalámbricas, el canal inalámbrico no está exento de señales interferentes, por lo que pueden existir algunas componentes de alta frecuencia que

---

<sup>14</sup> DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*): Espectro Ensanchado de Secuencia Directa

no son parte de la señal original, las mismas que en el receptor se pueden filtrar fácilmente.

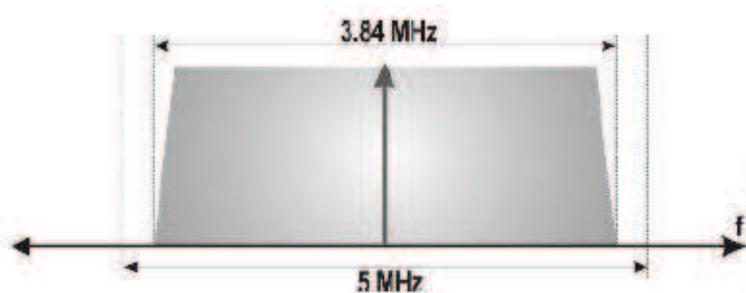
Gracias a este proceso básico, WCDMA es bastante robusto, flexible y resistente a las interferencias, bloqueos e interceptaciones. Sin embargo, para beneficiarse de estas características, WCDMA ocupa un ancho de banda más amplio en comparación con CDMA básico.



Fuente: [3]

**Figura 2.2 Técnica Básica de DSSS**

Teniendo en cuenta que el ancho de banda efectivo para la interfaz de aire en UMTS es 3.84 MHz y considerando las bandas de guarda, el ancho de banda requerido es de 5 MHz, como se muestra en la Figura 2.3.



Fuente: [3]

**Figura 2.3 Portadora WCDMA y sus dimensiones**

En WCDMA la información fluye a una tasa de 3.84 Megachips por segundo (Mcps) y puede ser dividida en tramas de 10 ms, cada trama dividida en 15 slots de  $0,667\mu\text{s}$  y 2560 chips. Una vez que la señal original de datos (bits) ha sido expandida, la unidad sería chips. Cada bit es representado por un determinado número de chips. Para expandir la señal se utiliza códigos que se caracterizan por tener diferente cantidad de chips.

El número de códigos disponibles está directamente relacionado con el factor de expansión (SF, *spreading factor*) del canal que se está usando y la velocidad que cada usuario puede tener depende del factor de expansión SF usado en dicho canal. En el modo FDD los SF son desde 4 hasta 256 para el enlace de uplink y de 4 a 512 para el enlace de downlink.

El grado de esparcimiento de la señal depende del factor de expansión usado en asociación con ésta. El SF es un multiplicador que describe el número de chips usados por símbolo en el enlace de radio de WCDMA. El factor de expansión  $K$  puede ser expresado matemáticamente como sigue [3]:

$$K = 2^n, \quad \text{donde } n = 0,1,2, \dots, 8$$

Por ejemplo, si  $n = 6$  el factor de expansión  $K$  tendría un valor de 64, indicando que 1 símbolo se reemplaza por 64 chips en el enlace ascendente (ver Tabla 2.1 y 2.2).

**Tabla 2.1 Factor de expansión – tasa de símbolos – tasa de bits en el UL**

<b>Factor de expansión</b>	<b>Tasa de símbolos (ksímbolos/s)</b>	<b>Tasa de bit del canal (kbps)</b>
256	15	15
128	30	30
64	60	60
32	120	120
16	240	240
8	480	480
4	960	960

Fuente: [3]

**Tabla 2.2 Factor de expansión – tasa de símbolos – tasa de bits en el DL**

<b>Factor de expansión</b>	<b>Tasa de símbolos (ksímbolos/s)</b>	<b>Tasa de bit del canal (kbps)</b>
512	7.5	15
256	15	30
128	30	60
64	60	120
32	120	240
16	240	480
8	480	960
4	960	1,920

Fuente: [3]

Estas cifras pueden variar dependiendo de la configuración del canal de radio utilizado.

Los sistemas WCDMA, al igual que los sistemas CDMA, usan diferentes tipos de códigos. En teoría, un tipo de código debería ser suficiente, pero, en la práctica, las características físicas de la trayectoria de radio requieren que los sistemas WCDMA usen diferentes códigos para diferentes propósitos, y que estos códigos tengan características como la ortogonalidad y baja autocorrelación, haciéndoles adecuados para su uso específico. Hay básicamente tres tipos de códigos disponibles, de acuerdo a la tarea que cumplen: códigos de canalización, códigos de aleatorización y código de expansión, lo que se resume en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Tipos de códigos de WCDMA**

	<b>Enlace ascendente</b>	<b>Enlace descendente</b>
Códigos de aleatorización	Separación de usuario	Separación de celda
Códigos de canalización	Canales de datos y control del terminal	Usuarios dentro de la celda
Códigos de expansión	Códigos de canalización x códigos de aleatorización	Códigos de canalización x códigos de aleatorización

Fuente: [3]

También, el acceso de radio de UMTS debe ser capaz de operar en diferentes bandas de frecuencias, como se describen en la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4 Bandas de frecuencias para WCDMA**

<b>Banda de Operación</b>	<b>Frecuencias de Uplink (UE transmitiendo y Nodo B recibiendo) (MHz)</b>	<b>Frecuencias de Downlink (UE recibiendo y Nodo B transmitiendo) (MHz)</b>
Banda WCDMA	1920 – 1980	2110 – 2170
1900 MHz	1850 – 1910	1930 – 1990
1800 MHz	1710 – 1785	1805 – 1880
1.7 / 2.1 GHz (USA)	1710 – 1770	2110 – 2170
UMTS850	824 – 849	869 – 894
UMTS800 (JAPAN)	830 – 840	875 – 885

Fuente: [3]

### 2.2.2. CANALES DE RADIO DE UMTS

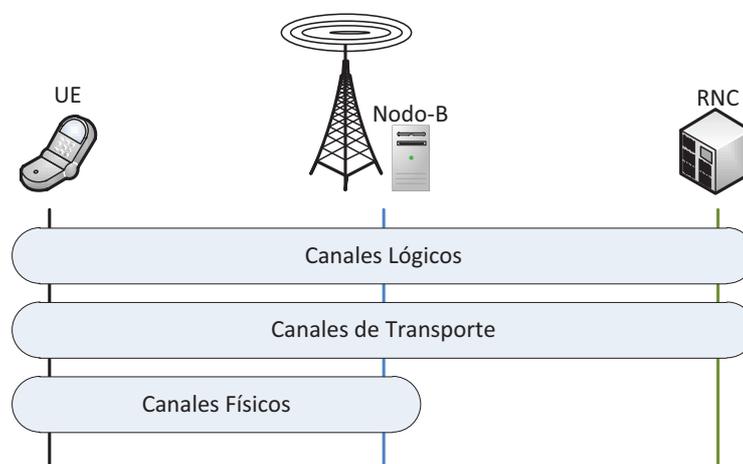
Al implementar WCDMA se debe conocer las clases de canales que se requieren y como se van a organizar. Como se muestra en la Figura 2.4, la organización de los canales para WCDMA está conformada de tres capas: canales lógicos, canales de transporte y canales físicos. De éstos, los canales lógicos transmiten diferente información, los canales de transporte describen como los canales lógicos van a ser transmitidos y los canales físicos son el “medio de transmisión” que provee la plataforma de radio a través de los cuales la información es realmente transmitida.

En vez de canales físicos, la RNC “ve” canales de transporte. Los canales de transporte llevan diferente información fluyendo sobre la interfaz Uu<sup>15</sup>, y, a su vez, los canales de transporte son llevados por los canales físicos hacia el Nodo-B.

Los canales lógicos no son en realidad canales como tales, sino que se pueden entender como las diferentes tareas que la red y el terminal necesitan llevar a cabo en diferentes momentos. Estas tareas se asignan a los canales de transporte que

<sup>15</sup> En UMTS la interfaz que conecta el UE y la UTRAN.

llevan a cabo la transferencia real de información entre el dominio del UE y el dominio de acceso.



Fuente: [3]

**Figura 2.4 Canales: lógicos, transporte y físicos en WCDMA**

En lo concerniente a los canales lógicos, el UE y la red de acceso tienen diferentes tareas que realizar. Por lo tanto, las estructuras de los canales lógicos, transporte y físicos son algo diferentes en cada dirección. A breves rasgos, la red tiene las siguientes tareas que realizar [3]:

- Se debe informar al UE sobre el entorno de radio. Esta información incluye, por ejemplo, el valor del código utilizado en la celda y en las celdas vecinas, los niveles de potencia permitidos, etc. Este tipo de información es proporcionado por la red al UE a través del canal lógico llamado el "Broadcast Control Channel" (BCCH).
- Cuando hay la necesidad de llegar a un cierto UE para establecer una llamada (por ejemplo, una llamada de móvil a móvil), el UE debe ser encontrado con el fin de descubrir su ubicación. Esta solicitud de red se entrega por medio del canal lógico llamado "Paging Control Channel" (PCCH).
- La red tiene que hacer ciertas tareas que son o pueden ser comunes para todos los UE que residen en la celda. Para este propósito la red utiliza un

canal lógico llamado “Common Control Channel” (CCCH). Así puede llegar simultáneamente a todos los UE utilizando el CCCH. La red proporciona al UE la Identidad Temporal de Red de Radio (U-RNTI, *UTRAN radio network temporary identitie*) para propósitos de identificación.

- Cuando hay una conexión dedicada, activa, la red envía información de control relativa a esta conexión a través del canal lógico llamado “Dedicated Control Channel” (DCCH).
- Tráfico Dedicado: el tráfico de usuario dedicado al servicio de un usuario en la dirección de enlace descendente se envía a través del canal lógico llamado "Dedicated Traffic Channel" (DTCH).

La Tabla 2.5 presenta los tipos de canales de radio de UMTS y la dirección de enlace en la que actúa cada uno.

**Tabla 2.5 Tipos de canales**

Nombre del canal		Tipo de canal	Existe en uplink	Existe en downlink
<i>Common Pilot Channel</i>	CPICH	Físico		*
<i>Primary Common Control Physical Channel /Synchronization Channel</i>	P-CCPCH/ SCH	Físico		*
<i>Secondary Common Control Physical Channel</i>	S-CCPCH	Físico		*
<i>Paging Indicator Channel</i>	PICH	Físico		*
<i>Acquisition Indicator Channel</i>	AICH	Físico		*
<i>Dedicated Physical Channel</i>	DPCH	Físico	*	*
<i>Physical Random Access Channel</i>	PRACH	Físico	*	
<i>Dedicated Transport Channel</i>	DCH	Transporte	*	*
<i>Random Access Channel</i>	RACH	Transporte	*	
<i>Paging Channel</i>	PCH	Transporte		*
<i>Broadcast Channel</i>	BCH	Transporte		*
<i>Forward Access Channel</i>	FACH	Transporte		*
<i>Dedicated Traffic Channel</i>	DTCH	Lógico	*	*
<i>Dedicated Control Channel</i>	DCCH	Lógico	*	*
<i>Common Control Channel</i>	CCCH	Lógico	*	*
<i>Paging Control Channel</i>	PCCH	Lógico		*
<i>Broadcast Control Channel</i>	BCCH	Lógico		*

Fuente: [13] y [16]

Con cada Release lanzado, la red de UMTS ha evolucionado y se han introducido nuevos canales que se tratarán en las siguientes secciones.

## 2.3. EVOLUCIÓN DE UMTS

HSPA inauguró la exitosa historia de la banda ancha móvil global. HSPA, la primera evolución tecnológica de UMTS, ofrece importantes prestaciones y una mayor tasa de datos para los usuarios; ofrece, la posibilidad de reutilizar muchos activos de la red, incluido el espectro. Por primera vez, la experiencia de usuario, con respecto a la banda ancha, cumplió las expectativas.

### 2.3.1. HSDPA

El Release 5 especifica las características de HSDPA (*high speed downlink packet access*) y que introduce mejoras tales como:

- Se agrega modulación 16QAM<sup>16</sup> además de la ya existente QPSK<sup>17</sup>, permitiendo transmitir 4 bits de información por cada símbolo a diferencia de los 2 que permite QPSK.
- Modulación y codificación adaptativa (AMC, *adaptive modulation and coding*), permitiendo asignar tasa de datos altas para usuarios que cuentan con un canal en condiciones más favorables, por ejemplo cerca del Nodo B.
- Posibilidad de transmitir hasta 15 códigos de canalización en simultáneo, es decir, permite transmitir hasta 15 canales HS-PDSCH operando con SF de 16, permitiendo transmitir más bits de información.
- Reduce la latencia de la red.
- Mecanismo de detección de errores en la capa MAC (HARQ<sup>18</sup>).

---

<sup>16</sup> 16QAM (16-Quadrature Amplitude Modulation): Modulación por Amplitud en Cuadratura de 16 símbolos

<sup>17</sup> QPSK (Quadrature Phase Shift Keying): Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura

<sup>18</sup> HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request): Solicitud de Repetición Automática Híbrida

Esto permite que la tasa de datos aumente teóricamente a 14.4 Mbps en el DL.

HSDPA define un nuevo canal físico llamado High Speed Downlink Shared Channel (HS-DSCH). Este canal es compartido entre todos los usuarios de datos y usa una trama o TTI (Transmission Time Interval) de 2 ms. Con la introducción del HS-DSCH hay asociados otros canales que están definidos en el estándar que son:

- High Speed Dedicated Physical Control Channel (HS-DPCCH): el cual lleva los reportes CQI (*channel quality indicator*) y las confirmaciones de HARQ ACK/NACK<sup>19</sup>. Canal para el UL.
- High Speed Shared Control Channel (HS-SCCH): canal de control común para HSDPA. Lleva información tal como modulación, identificador de UE, etc. Canal para el DL.

### 2.3.2. HSUPA

HSUPA (*high speed uplink packet access*) está definido en el Release 6. Entre las principales características que el Release 6 define están:

- Nuevos esquemas de codificación, con la posibilidad de transmitir hasta 4 códigos de canalización en paralelo.
- Modificación de la arquitectura de la MAC. Esta modificación introduce un TTI corto (de hasta 2 ms). El UE puede o no soportar un TTI de 2 ms.
- Esquemas de retransmisión rápidas con AMC e Hybrid ARQ entre el UE y el Nodo B.

Estas mejoras permiten que la tasa de datos efectiva nominal aumente teóricamente a 5.76 Mbps en el UL.

---

<sup>19</sup> ACK/NACK (*Acknowledgement/Negative Acknowledgement*), son los mensajes de acuse de recibo.

El Release 6 define un nuevo canal llamado E-DCH (Enhanced DCH<sup>20</sup>). Este canal de transporte introduce 5 nuevos canales físicos: para el UL, E-DPDCH (Enhanced Dedicated Physical Data Channel) que lleva los datos de usuario; para el UL, E-DPCCH (Enhanced Dedicated Physical Control Channel); para el DL, E-HICH (Enhanced Hybrid ARQ Indicator Channel, DL), E-AGCH (E-DCH Absolute Grant Channel, DL), y E-RGCH (E-DCH Relative Grant Channel, DL).

Cabe resaltar que a la fusión de HSDPA y HSUPA se la conoce como HSPA.

La siguiente evolución es HSPA+ que se comienza a definir en el Release 7. A continuación se profundiza en esta evolución, considerando que es parte fundamental del objeto de estudio de este proyecto de titulación.

## 2.4. HSPA+

Algunas de las características de HSPA+ (*high speed packet access evolved*) fueron estandarizadas a partir del Release 7 en adelante. HSPA+ incluye una serie de mejoras para la interfaz de radio tales como modulación de orden superior, doble portadora, etc.

Cada Release que se ha lanzado se refiere no solo a la interfaz de radio sino que muchas de las mejoras que se introducen tienen que ver con la arquitectura de red.

El Release 7 introduce MIMO, pero no se puede utilizar en combinación con 64QAM<sup>21</sup>, lo cual es posible en la versión 8. Al utilizar MIMO aumentan las tasas de datos máximas a 28 Mbps en combinación con 16QAM (R7) y 42 Mbps cuando se utiliza con 64QAM (R8).

---

<sup>20</sup> DCH (*Dedicated Channel*): Canal Dedicado definido en Release 99.

<sup>21</sup> 64QAM (*64-Quadrature Amplitude Modulation*): Modulación por Amplitud en Cuadratura de 64 símbolos

Otras funciones se han añadido a HSPA+ en versiones posteriores, por ejemplo, en el Release 8 se incluye el concepto de Doble Portadora–HSDPA (también referido como *Dual-Carrier* HSDPA, DC-HSDPA), donde es posible la agregación de portadoras de dos bandas adyacentes de 5 MHz, cubriendo la misma área; este concepto es utilizado para incrementar el rendimiento.

En las versiones posteriores al Release 8, el Dual-Carrier HSDPA también se introduce para UL mejorado y también se incrementa el número de portadoras, lo que conduce al denominado Multi Carrier-HSPA.

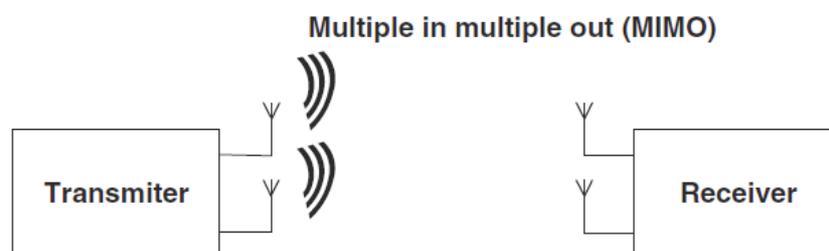
HSPA+ es una versión mejorada de HSUPA y HSDPA, con velocidades comparables a las redes más nuevas de LTE. Velocidades teóricas de descarga de hasta 168 Mbps y 22 Mbps de subida son posibles. Pero la velocidad real disponible para los usuarios es mucho menor, aunque la mayoría de las redes HSPA+ en todo el mundo cuentan con 21 Mbps teóricos (DL) de velocidad.

Por lo tanto, desde el Release 7 al Release 10 se han mejorado las velocidades teóricas desde 14,4 Mbps a 168 Mbps; y una mejora final con el Release 11, ha duplicado esta capacidad a una posible velocidad teórica de hasta 336 Mbps.

Una cuestión muy debatida es la etiqueta 4G que utilizan las compañías de redes celulares para anunciar su red HSPA+, mientras que la mayoría acepta que deba ser considerada, a lo mucho, una red 3.75G.

#### **2.4.1. MIMO**

MIMO es el acrónimo de múltiples entradas y múltiples salidas, que generalmente se refiere a sistemas inalámbricos con múltiples antenas tanto en la transmisión así como en la recepción. MIMO es una de las principales novedades en el Release 7, introducido para incrementar las tasas pico de transmisión mediante varios flujos en paralelo.



Fuente: [4]

**Figura 2.5 Combinaciones típicas de antenas transmisoras-receptoras**

El esquema MIMO (Figura 2.5) se diseña para explotar ciertas propiedades en el entorno de radiopropagación, obteniendo altas tasas de transmisión. Sin embargo, para conseguir ese objetivo, se necesitan valores altos de SNR<sup>22</sup> en el receptor; por tanto, la multiplexación espacial solamente se aplica en celdas pequeñas, o cerca de las estaciones base. En las situaciones en las que no pueden alcanzar valores altos de la SNR, las múltiples antenas de un UE pueden usarse para alcanzar diversidad en recepción. En cualquier caso, en los bordes de la celda se alcanzarán tasas altas, comparadas con las de un UE con una única antena [5].

Para sacar el mayor beneficio de MIMO y de la ganancia que significa, se lo puede utilizar en microceldas en ambientes tales como centros comerciales, aeropuertos y centro de convenciones.

#### **2.4.2. MODULACIÓN DE ORDEN SUPERIOR**

La modulación de orden superior permite aumentar las tasas de datos porque utiliza mayor cantidad de bits de información por símbolo. Por otro lado, uno de los inconvenientes de usar técnicas de modulación de orden superior, tal como 64QAM, es que éstas requieren señales extremadamente limpias y fuertes, lo cual no se puede conseguir si las señales tienen que cruzar toda el área de cobertura de la celda.

<sup>22</sup> SNR (*Signal to Noise Ratio*): Relación Señal a Ruido

En el Release 7, HSPA+ utiliza modulación de orden superior 64QAM para el DL y 16QAM para el UL. 64QAM puede incrementar la tasa de bits hasta en 35% en el mejor de los casos (dependiendo del número de bits de información), pero solamente un poco (alrededor de 10%) para un perfil urbano típico. La ganancia en las tasas no es considerable: alrededor de 5% para celdas completamente cargadas, y entre 10% y 20% para celdas parcialmente cargadas [4].

En el Release 7 la tasa máxima en el enlace ascendente se incrementó de 5,76 Mbps a 11,5 Mbps.

Trabajando junto con MIMO, 64QAM puede proporcionar una mayor flexibilidad a los operadores para que aumenten la capacidad de HSDPA; sin embargo, esta posibilidad no se permite en las normas hasta el Release 8. La opción de 64QAM ayuda a los operadores para añadir capacidad rápidamente en áreas con alta densidad de tráfico, tales como centros comerciales, aeropuertos, etc., sin mayor desarrollo en el sitio involucrado. En muchos casos 64QAM se puede implementar como una actualización de software, sin ningún impacto de hardware a la red [4].

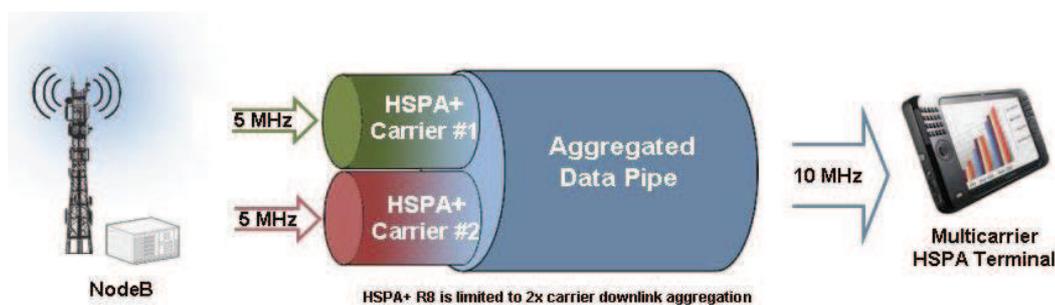
Un inconveniente en HSUPA en el Release 6 (QPSK sólo en el E-DCH), es que la potencia de transmisión del móvil debe ser alta, incluso en lugares donde las condiciones de radio son buenas, por lo que añadir modulación de orden superior en el enlace ascendente aumentaría el consumo de energía del UE y aumentaría el nivel de interferencia del enlace ascendente de la red. El aumento de ruido extra creado por los usuarios usando 16QAM puede causar degradaciones de calidad a otros usuarios en la celda, especialmente los que están en el borde de la celda.

Añadiendo modulación de orden superior se aumenta el rendimiento máximo de un sistema UMTS/HSPA. Sin embargo, ya que esta característica requiere mucho más alta SNR, los tipos de entornos de radio que cumplen ésta condición son limitados. Para los operadores, es importante entender que estas nuevas características (MIMO y modulación de orden superior) están básicamente centradas en la mejora

de las tasas de datos máximas de usuario. Dado que prestan modestas ganancias de capacidad, la eficiencia espectral de HSPA+ todavía se basa en características tales como receptores avanzados que mejoran el rendimiento del enlace de radio.

### 2.4.3. OPERACIÓN DOBLE PORTADORA EN HSDPA

La característica multiportadora agrega múltiples portadoras HSPA de 5 MHz, creando una tubería con mayor capacidad de transportar datos y proporcionando así una mejor experiencia de banda ancha móvil para todos los usuarios en la celda, tal como se representa en la Figura 2.6. Dado que se pueden asignar a un mismo usuario múltiples portadoras, se puede esperar mayor rendimiento y menor latencia.



Fuente: [7]

**Figura 2.6 Portadora dual mejora el ancho de banda**

La implementación inicial de multiportadora HSPA+ del Release 8 soporta dos portadoras (*dual cell*) agregadas en el enlace descendente (DL) lo que duplica las velocidades de datos de usuario en toda la celda, hasta el borde. Por otra parte, las tasas pico de datos crecen con el ancho de banda y en este caso se duplica a 42 Mbps en el enlace descendente con 10 MHz (sin MIMO en el R8).

En el caso de disponer de un espacio pequeño de espectro, la característica multiportadora se limitaría; por ejemplo, si el recurso de espectro disponible es 10 MHz, máximo alcanzarían dos portadoras ocupando todo el espacio disponible.

Existen otras mejoras para HSPA+ tales como: receptores avanzados, Conectividad de Paquetes Continua (CPC, *continuous packet connectivity*), conmutación de

circuitos de voz sobre HSPA, etc., estas mejoras se refieren al Nodo B, RNC y no al UE, que es objeto de este proyecto.

#### 2.4.4. TASA DE DATOS SEGÚN LA CATEGORÍA DEL UE

La tasa de datos a la que llega cada equipo terminal está dada por la configuración del canal. Dependiendo de qué tan bueno es el medio en el que se encuentra (si existe mucha interferencia, está lejos del Nodo B, ruido, etc.), el UE se puede configurar para tener la tasa de datos más alta.

**Tabla 2.6 Tasa de bits de información aproximada nominal**

<b>Categoría del UE</b>	<b>Número de HS-PDSCHs<sup>23</sup> activos</b>	<b>Tipo de modulación</b>	<b>Intervalo Inter-TTI<sup>24</sup></b>	<b>Número de procesos HARQ</b>	<b>Tasa de bits de información aproximada nominal</b>
1	5	16QAM	3	2	1.22 Mbps
2	5	16QAM	3	2	1.22 Mbps
3	5	16QAM	2	3	1.83 Mbps
4	5	16QAM	2	3	1.83 Mbps
5	5	16QAM	1	6	3.65 Mbps
6	5	16QAM	1	6	3.65 Mbps
7	10	16QAM	1	6	7.21 Mbps
8	10	16QAM	1	6	7.21 Mbps
9	15	16QAM	1	6	10.13 Mbps
10	15	16QAM	1	6	13.976 Mbps
11	5	QPSK	2	3	908 kbps
12	5	QPSK	1	6	1.82 Mbps
13	15	64QAM	1	6	17.640 Mbps
14	15	64QAM	1	6	21.096 Mbps
21	15	16QAM	1	6	23.4 Mbps
22	15	16QAM	1	6	28 Mbps
23	15	64QAM	1	6	35.3 Mbps
24	15	64QAM	1	6	42.2 Mbps

Fuente: [12]

<sup>23</sup> HS-PDSCHs (*High Speed - Physical Downlink Shared Channel*): Canal Físico Compartido de Bajada para Alta Velocidad

<sup>24</sup> Inter-TTI (*Inter - Transmission Time Interval*): Intervalo de Tiempo de Transmisión

La Tabla 2.6 presenta varias categorías de UE para HSDPA soportadas por el simulador de radio base disponible en el laboratorio de la SUPERTEL.

Tal como define el Release 7, para HSPA+ la velocidad teórica para el DL es 21 Mbps, lo cual corresponde a equipos terminales categoría 14, como se ve evidenciado en la Tabla 2.6. Por lo que, para fines de este proyecto se ha tomado mínimo equipos terminales categoría 14 para realizar las distintas pruebas y mediciones; sustentado, además, en que todos los equipos que soportan tecnología HSPA+ que han llegado para ser homologados son categoría 14.

Para el caso de categoría 21 a 24, el modo de operación es doble portadora por lo que se necesitaría de dos simuladores de radio base para realizar dichas pruebas.

Como se puede observar en la Tabla 2.6, la configuración HSDPA de un UE por categoría depende de:

- El valor mínimo inter-TTI que puede soportar. Se refiere al intervalo TTI corto de 2ms utilizado en HSDPA, por ejemplo 1 corresponde a la capacidad de decodificar consecutivamente canales HS-PDSCH.
- El número máximo de HS-PDSCH que puede recibir. La radio base asigna un número de procesos HARQ a cada HS-DSCH, y éste lleva el bloque de datos que se transmite en el HS-PDSCH.
- El número de procesos HARQ. Cuando el UE ha recibido un paquete con errores, no lo descarta sino que lo guarda en un buffer para combinarlo con la próxima retransmisión y formar una trama incrementada con menos posibilidades de errores. El Nodo B realiza las retransmisiones del paquete hasta que el UE confirme la llegada correcta de la información (envíe un ACK), teniendo como límite el número de procesos HARQ configurados.

### 2.4.5. RESUMEN

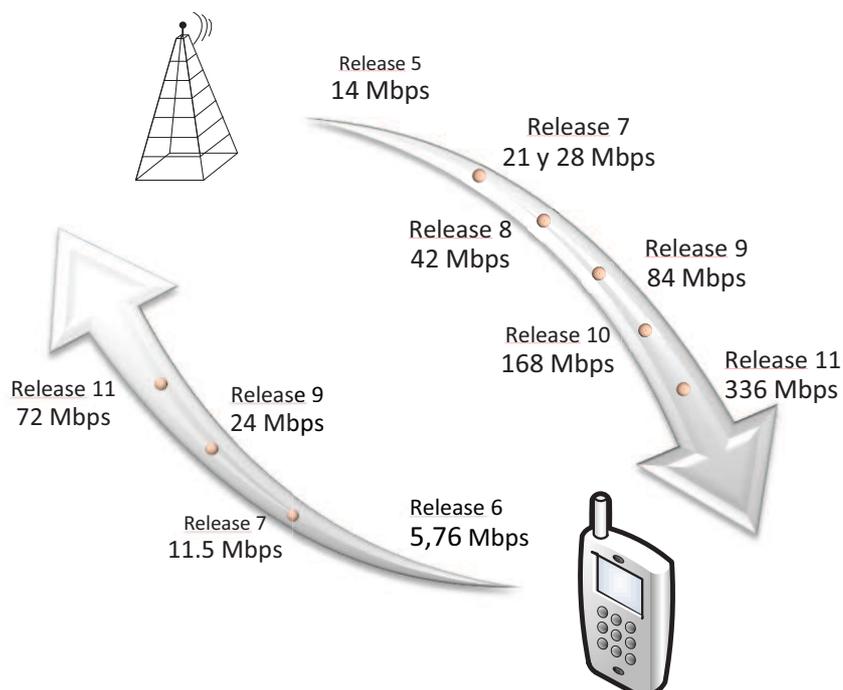
Todas las mejoras que se han mencionado, se han ido introduciendo en cada Release desde el 7 hasta el 11, el más reciente al momento. El estándar o Release en el que se basa este proyecto es el 9 versión 9.3.0, por que el equipo disponible en la SUPERTEL cuenta con el software para soportar dicha versión.

Para observar la evolución de HSPA+ a través de cada Release, a continuación se presentan la Tabla 2.7 y la Figura 2.7; en donde, para alcanzar las velocidades especificadas, cada Release utiliza distintos parámetros tales como: número de portadoras, tipo de modulación y el tipo de MIMO.

**Tabla 2.7 Tabla resumen de velocidad de transmisión en cada Release DL y UL**

Release	DOWNLINK		UPLINK		Tecnología
	Descripción	Velocidad	Descripción	Velocidad	
5	16QAM	14.4 Mbps	-	-	HSDPA
6	-	-	QPSK	5.76 Mbps	HSUPA
7	64QAM	21 Mbps	16QAM	11.5 Mbps	HSPA+
	2x2 MIMO	28 Mbps			
8	Dual Carrier + 64QAM	42 Mbps	-	-	
	2x2 MIMO + 64QAM				
9	Dual Carrier + 2x2 MIMO + 64QAM	84 Mbps	Dual Carrier	24 Mbps	
10	4 Carriers + 2x2 MIMO + 64QAM	168 Mbps	-	-	
11	8 Carriers + 64QAM	336 Mbps	MIMO+64QAM	72 Mbps	
	4x4 MIMO + 64QAM				

Fuente: [17]



**Figura 2.7 Evolución de HSPA – Velocidades máxima de transmisión**

Para resaltar cuán importante ha sido el desarrollo de HSPA y su aceptación, se ha consultado las estadísticas del GSA<sup>25</sup> que señalan que hasta noviembre del 2012 todos los operadores que ofrecen WCDMA del mundo han implementado HSPA, como muestra la Figura 2.8. Varios operadores CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) líderes también han desplegado HSPA, ya sea como sistema de superposición a las operaciones existentes o como nuevas redes. Igualmente, más del 52% de los operadores HSPA han implementado HSPA+.

A través de las especificaciones del 3GPP y sus evoluciones, se han venido marcando lineamientos para ampliar la capacidad de las modernas redes de banda ancha móvil de hoy en día, con cada lanzamiento se han realizado mejoras significativas, tales como, mejor rendimiento en los límites de las celdas, aumento en la eficiencia del sistema, velocidades pico de datos más altas y experiencias mejoradas para el usuario final.

<sup>25</sup> GSA (*Global mobile Suppliers Association*): Asociación Global de Proveedores Móviles

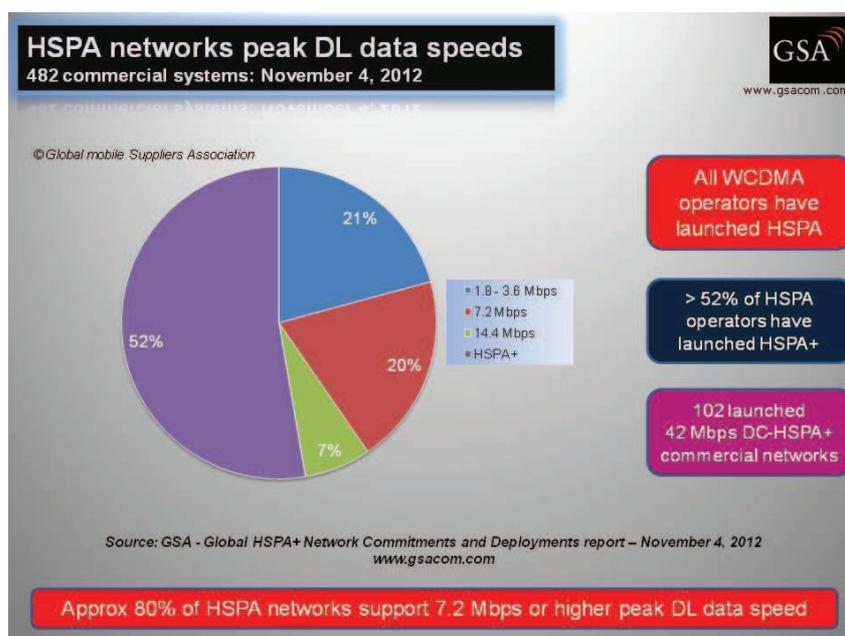


Figura 2.8 Estadística del GSA de redes HSPA y HSPA+

Fuente: [15]

## 2.5. LA NORMA 3GPP TS 34.121-1 VERSIÓN 9.3.0 RELEASE 9, EN LO PERTINENTE AL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN

### 2.5.1. BANDAS DE FRECUENCIAS.

El estándar define que UMTS puede operar en las siguientes bandas [9]:

**Tabla 2.8 Bandas de frecuencias**

<b>Banda de Operación</b>	<b>Frecuencias de Uplink</b>	<b>Frecuencias de Downlink</b>
I	1920 – 1980 MHz	2110 – 2170 MHz
II	1850 – 1910 MHz	1930 – 1990 MHz
III	1710 – 1785 MHz	1805 – 1880 MHz
IV	1710 – 1755 MHz	2110 – 2155 MHz
V	824 – 849 MHz	869 – 894 MHz
VI	830 – 840 MHz	875 – 885 MHz
VII	2500 – 2570 MHz	2620 – 2690 MHz
VIII	880 – 915 MHz	925 – 960 MHz
IX	1749.9 – 1784.9 MHz	1844.9 – 1879.9 MHz
X	1710 – 1770 MHz	2110 – 2170 MHz
XI	1427.9 – 1447.9 MHz	1475.9 – 1495.9 MHz
XII	698 – 716 MHz	728 – 746 MHz
XIII	777 – 787 MHz	746 – 756 MHz
XIV	788 – 798 MHz	758 – 768 MHz
XV	Reserved	Reserved
XVI	Reserved	Reserved
XVII	Reserved	Reserved
XVIII	Reserved	Reserved
XIX	830 – 845 MHz	875 – 890 MHz
XX	832 – 862 MHz	791 – 821 MHz
XXI	1447.9 – 1462.9 MHz	1495.9 – 1510.9 MHz

En Ecuador es posible el despliegue de UMTS en las Bandas II y V.

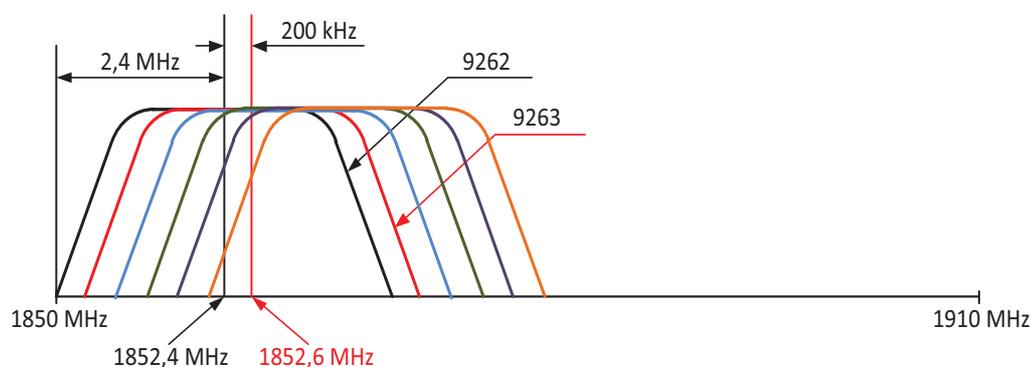
## 2.5.2. ARREGLO DE CANALES

### 2.5.2.1. Espacio del canal (Ancho de Banda)

El tamaño del canal nominal es 5 MHz, pero puede ser ajustado para optimizar el desempeño en un escenario particular de despliegue [9]. En el modo DC-HSDPA<sup>26</sup>, el UE agrega dos canales adyacentes, es decir, el ancho de banda llega a 10 MHz.

### 2.5.2.2. Espacio entre canales

El espacio entre canales es 200 KHz para todas las bandas, esto significa que la frecuencia central debe ser un múltiplo entero de 200 KHz [9]. El estándar define la frecuencia central del primer canal para banda II en 1852.4 y para el último canal en 1907.6. Por ejemplo, para el primer canal en UL (9262), la frecuencia central es 1852.4 MHz y para el siguiente canal (9263), la frecuencia central sería 1852.6 MHz, como se indica en la Figura 2.9.



**Figura 2.9 Frecuencias centrales para canal 9262 y canal 9263**

### 2.5.2.3. Número de canal

Es un número asignado a cada canal de radio en las diferentes bandas de operación del UE. Este número se lo conoce como el valor UARFCN (*UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number*).

<sup>26</sup> DC-HSDPA (*Dual - Carrier HSDPA*): Doble Portadora HSDPA

Para cada banda de operación, el valor del UARFCN está definido como sigue:

$$\text{UL:} \quad N_U = 5 * (F_{UL} - F_{UL_{Offset}});$$

para el rango de frecuencias portadora  $F_{UL_{low}} \leq F_{UL} \leq F_{UL_{high}}$

$$\text{DL:} \quad N_D = 5 * (F_{DL} - F_{DL_{Offset}});$$

para el rango de frecuencias portadora  $F_{DL_{low}} \leq F_{DL} \leq F_{DL_{high}}$

Para cada banda de operación, los valores  $F_{UL_{Offset}}$ ,  $F_{UL_{low}}$ ,  $F_{UL_{high}}$ ,  $F_{DL_{Offset}}$ ,  $F_{DL_{low}}$  y  $F_{DL_{high}}$  están definidos en la Tabla 2.9 para el UARFCN general.

**Tabla 2.9 Definición UARFCN (general)**

Banda	Uplink (UL) UE transmite, Nodo-B recibe			Downlink (DL) UE recibe, Nodo-B transmite		
	UARFCN $F_{UL_{Offset}}$ [MHz]	Rango de frecuencia de portadoras ( $F_{UL}$ ) [MHz]		UARFCN $F_{DL_{Offset}}$ [MHz]	Rango de frecuencia de portadoras ( $F_{DL}$ ) [MHz]	
		$F_{UL_{low}}$	$F_{UL_{high}}$		$F_{DL_{low}}$	$F_{DL_{high}}$
II	0	1852.4	1907.6	0	1932.4	1987.6
V	0	826.4	846.6	0	871.4	891.6

Por ejemplo para banda II, el primer canal sería:

$$\text{UL:} \quad N_U = 5 * (1852.4 - 0) = 9262$$

$$\text{DL:} \quad N_D = 5 * (1932.4 - 0) = 9662$$

#### 2.5.2.4. UARFCN

En la Tabla 2.10, se indican los rangos de canales de radio que deberán ser soportados para cada par de bandas.

**Tabla 2.10 UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number**

Banda	Uplink (UL) UE transmite, Nodo B recibe	Downlink (DL) UE recibe, Nodo B transmite
	General	General
II	9262 a 9538	9662 a 9938
V	4132 a 4233	4357 a 4458

## 2.6. PRUEBAS A INCLUIRSE EN LA PROPUESTA DE PROTOCOLO PARA TERMINALES HSPA+ [10]

### 2.6.1. POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA CON HS-DPCCH<sup>27</sup> (RELEASE 6 Y POSTERIORES)

La potencia de salida máxima nominal y su tolerancia son definidas acorde a la Clase de Potencia (Power Class) del UE.

La potencia de salida máxima es una medida de la potencia máxima que el UE puede transmitir (es decir, la potencia real como se mide suponiendo que no hay error de medición) en un ancho de banda de al menos  $(1 + \alpha^{28})$  veces la velocidad de chip de la modalidad de acceso de radio. El período de la medición deberá ser de al menos una ranura de tiempo (*time slot*), que es 0,667  $\mu$ s.

#### 2.6.1.1. Definición y aplicabilidad

Como se considera que HSPA+, fue introducido a partir del Release 7, se incluye la prueba de potencia definida en el literal 5.2AA.

La potencia de salida máxima en el HS-DPCCH y su tolerancia está definida acorde a la Reducción de Potencia Máxima del UE (MPR, *maximum power reduction*) para la potencia de salida máxima nominal.

La MPR permite al UE, en ciertas configuraciones, disminuir la potencia de salida máxima para cumplir con los requisitos generales sobre la calidad de la señal y emisiones fuera del canal de transmisión [2].

Esta prueba y sus requisitos se aplican para todos los UE UTRA FDD, Release 6 y versiones posteriores que soporten HSDPA sin E-DCH<sup>29</sup>.

---

<sup>27</sup> HS-DPCCH (*High Speed-Dedicated Physical Control Channel*): Canal Físico de Control Dedicado para Alta Velocidad

<sup>28</sup>  $\alpha$ : roll-off definido en 0.22 [14].

<sup>29</sup> E-DCH (*Enhanced - Dedicated Channel*): Canal Dedicado Mejorado

### 2.6.1.2. Propósito de la prueba

Comprobar que el error de la potencia de salida máxima del UE con el HS-DPCCH no exceda el rango establecido por la potencia de salida máxima y la tolerancia en la Tabla 2.11.

Un exceso en la potencia máxima de salida, puede provocar interferencia con otros canales u otros sistemas. Una potencia de salida máxima pequeña disminuye el área de cobertura.

### 2.6.1.3. Requerimientos de la prueba

La potencia de salida máxima con el HS-DPCCH, no deberá exceder del límite establecido por la potencia de salida máxima y la tolerancia en la Tabla 2.11. En el caso de que HS-DPCCH no se transmita se debe considerar el numeral 5.1 del estándar.

**Tabla 2.11 Potencia de Salida Máxima con el HS-DPCCH para pruebas**

Sub-test Tabla 2.12.	Power Class 3		Power Class 4	
	Potencia (dBm)	Tol (dBm)	Potencia (dBm)	Tol (dBm)
1	+24	+1,7/-3,7	+21	+2,7/-2,7
2	+24	+1,7/-3,7	+21	+2,7/-2,7
3	+23,5	+2,2/-3,7	+20,5	+3,2/-2,7
4	+23,5	+2,2/-3,7	+20,5	+3,2/-2,7

Cada sub-test tiene su propia configuración que a continuación en la Tabla 2.12 se especifica los parámetros que se debe cambiar según el sub-test aplicado.

**Tabla 2.12 Valores de  $\beta$  para pruebas de características del transmisor con HS-DPCCH**

Sub-Test	$\beta_c$	$\beta_d$	$\beta_d$ (SF)	$\beta_c/\beta_d$	$\beta_{HS}$	CM (dB)	MPR(dB)
1	2/15	15/15	64	2/15	4/15	0.0	0.0
2	12/15	15/15	64	12/15	24/15	1.0	0.0
3	15/15	8/15	64	15/8	30/15	1.5	0.5
4	15/15	4/15	64	15/4	30/15	1.5	0.5

$\beta_c$ : es el factor de ganancia del canal DPCCH, una vez que ha sido esparcido.

$\beta_d$ : es el factor de ganancia del canal DPDCH, una vez que ha sido esparcido.

$\beta_{HS}$ : es el factor de ganancia del canal HS-DPCCH, una vez que ha sido esparcido.

Los factores de ganancia se utilizan para el ajuste de la potencia de los distintos canales en UL, los cuales son controlados desde la red hacia los terminales durante el proceso de configuración de la conexión. Estos factores se emplean para describir una razón de amplitud específica y así determinar el valor de potencia del canal observado en relación al canal DPCCH; por ejemplo tomando el canal HS-DPCCH como canal observado, la red envía una serie de valores para este canal y el estándar estipula como el terminal ha de interpretar estos valores y que razón de amplitud ( $\beta_{HS} / \beta_c$ ) se ha de ajustar entre los canales HS-DPCCH y DPCCH.

El canal HS-DPCCH, en ocasiones, incrementa la tasa de potencia pico a potencia promedio (PAR, *peak-to-average power rate*) de una señal en el enlace de subida. El incremento exacto de la PAR depende de los factores beta  $\beta_c$ ,  $\beta_d$  y  $\beta_{HS}$  [8].

En el siguiente capítulo se presentará la configuración que se tiene que hacer en el equipo para realizar la prueba.

## 2.6.2. ERROR DE FRECUENCIA

### 2.6.2.1. Definición y aplicación

Como se define en el estándar, el error de frecuencia es aquella diferencia que existe entre la frecuencia portadora teórica asignada y la frecuencia de portadora que el UE transmite. El transmisor del UE sigue a la frecuencia de portadora de RF recibida desde el Nodo B. Estas señales tendrán un error aparente debido a un error de frecuencia del Nodo B y el desplazamiento Doppler<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> Efecto que supone el cambio de frecuencia de una onda si la fuente se mueve.

En el último caso, las señales desde el Nodo B deben ser promediadas en el tiempo suficiente, para que los errores debidos a ruido o interferencia estén dentro de los requisitos mínimos especificados en 2.6.2.3.

#### **2.6.2.2. Requerimientos mínimos**

La frecuencia portadora modulada del UE tendrá una precisión de  $\pm 0,1$  ppm observados durante un período de un intervalo de tiempo en comparación con la frecuencia de la portadora recibida desde el nodo B.

#### **2.6.2.3. Propósito de la prueba**

Verificar que el error de frecuencia de la portadora del UE no supere a  $\pm 0,1$  ppm. Éste requisito se prueba con el receptor del UE en la sensibilidad de referencia.

Un exceso de error de frecuencia de la portadora aumenta los errores de transmisión en UL del propio canal.

Cabe mencionar, que esta prueba verifica la capacidad del receptor para obtener la información de frecuencia correcta para el transmisor.

#### **2.6.2.4. Requerimientos de la prueba**

El error de frecuencia, para todas las mediciones, no excederá de  $\pm (0,1 \text{ ppm} + 10 \text{ Hz})$ .

### **2.6.3. ANCHO DE BANDA OCUPADO**

#### **2.6.3.1. Definición y aplicación**

El ancho de banda ocupado es una medida del ancho de banda que contiene el 99% del total de la energía integrada del espectro transmitido, centrada en la frecuencia del canal asignado.

Los requerimientos y esta prueba se aplican para todos los tipos de UE UTRA/FDD.

#### **2.6.3.2. Requerimientos**

El ancho de banda de canal ocupado deberá ser inferior a 5 MHz, basado en una velocidad de chip de 3,84 Mcps.

#### **2.6.3.3. Propósito de la prueba**

Verificar que el ancho de banda de canal ocupado del UE sea inferior a 5 MHz, ya que, si existe un exceso en el ancho de banda, aumentaría la interferencia a otros canales o a otros sistemas.

### **2.6.4. MASCARA DE EMISIÓN ESPECTRAL CON HS-DPCCH**

#### **2.6.4.1. Definición y aplicación**

El numeral 5.9A del estándar indica que la máscara de emisión espectral del UE se aplica a las frecuencias, que están en el rango de frecuencias ( $\Delta f$ ) de  $\pm 2,5$  MHz a  $\pm 12,5$  MHz de distancia de la frecuencia central del canal.

#### **2.6.4.2. Requerimientos mínimos**

La potencia de emisión de cualquier UE no deberá sobrepasar los niveles establecidos en la Tabla 2.13. Este requerimiento se basa en una potencia umbral de la radio base de -50 dBm/3.84 MHz para el UE. Los requisitos son aplicables para todos los valores de  $\beta_c$  y  $\beta_d$ .

Tabla 2.13 Requerimientos de la Máscara de Emisión Espectral

$\Delta f$ en MHz (Nota 1)	Requerimiento mínimo (Nota 2)		Ancho de banda medido
	Requerimiento relativo	Requerimiento absoluto	
2.5 – 3.5	$\left\{-35 - 15 * \left(\frac{\Delta f}{MHz} - 2.5\right)\right\} dBc$	-71.1 dBm	30 KHz (Nota 3)
3.5 – 7.5	$\left\{-35 - 1 * \left(\frac{\Delta f}{MHz} - 3.5\right)\right\} dBc$	-55.8 dBm	1 MHz (Nota 4)
7.5 – 8.5	$\left\{-39 - 10 * \left(\frac{\Delta f}{MHz} - 7.5\right)\right\} dBc$	-55.8 dBm	1 MHz (Nota 4)
8.5 – 12.5 MHz	-49 dBc	-55.8 dBm	1 MHz (Nota 4)
Nota 1:	$\Delta f$ es la separación entre la frecuencia portadora y el centro del ancho de banda medido		
Nota 2:	El requerimiento mínimo es calculado a partir del requerimiento relativo o el requerimiento absoluto, cual sea la potencia más alta		
Nota 3:	La primera y última posición de medición con un filtro de 30 KHz es con $\Delta f$ igual a 2.515 MHz y 3.485 MHz		
Nota 4:	La primera y última posición de medición con un filtro de 1 MHz es con $\Delta f$ igual a 4 MHz y 12 MHz		

Para el funcionamiento en las bandas II, IV, V, X, XII, XIII y XIV el requisito mínimo se calcula a partir de la Tabla 2.13 o también, se puede aplicar el requisito adicional mostrado en las Tablas 2.14 y 2.15, el que sea más estricto.

Tabla 2.14 Emisión espectral límites adicionales para las bandas II, IV, X

$\Delta f$ en MHz (Nota 1)	Desplazamiento de frecuencia de la medición del filtro de la frecuencia central, $f_{offset}$	Requerimientos adicionales Bandas II, IV, X	Ancho de banda medido
$2.5 \text{ MHz} \leq \Delta f < 3.5 \text{ MHz}$	$2.515 \text{ MHz} \leq f_{offset} < 3.485 \text{ MHz}$	-15 dBm	30 kHz
$3.5 \text{ MHz} \leq \Delta f \leq 12.5 \text{ MHz}$	$4.0 \text{ MHz} \leq f_{offset} < 12.0 \text{ MHz}$	-13 dBm	1 MHz
Nota 1:	$\Delta f$ es la separación entre la frecuencia portadora y el centro del ancho de banda medido		

Tabla 2.15 Emisión espectral límites adicionales para la Banda V

$\Delta f$ en MHz (Nota 1)	Desplazamiento de frecuencia de la medición del filtro de la frecuencia central, $f_{\text{offset}}$	Requerimientos adicionales Bandas II, IV, X	Ancho de banda medido
$2.5 \text{ MHz} \leq \Delta f < 3.5 \text{ MHz}$	$2.515 \text{ MHz} \leq f_{\text{offset}} < 3.485 \text{ MHz}$	-15 dBm	30 kHz
$3.5 \text{ MHz} \leq \Delta f \leq 12.5 \text{ MHz}$	$3.55 \text{ MHz} \leq f_{\text{offset}} < 12.45 \text{ MHz}$	-13 dBm	100 kHz
Nota 1: $\Delta f$ es la separación entre la frecuencia portadora y el centro del ancho de banda medido			

### 2.6.4.3. Requerimientos de la prueba

Para el caso de la prueba, se debe cumplir los requerimientos de la Tabla 2.16.

Para el funcionamiento en las bandas II, IV, V, X, XII, XIII y XIV, el UE debe cumplir el requisito mínimo mostrado en la Tabla 2.16 y/o el requisito adicional mostrado en las Tablas 2.14 y 2.15.

Tabla 2.16 Requerimientos de Máscara de Emisión Espectral

$\Delta f$ en MHz (Nota 1)	Requerimiento mínimo (Nota 2)		Ancho de banda medido
	Requerimiento relativo	Requerimiento absoluto	
2.5 – 3.5	$\left\{ -33.5 - 15 * \left( \frac{\Delta f}{\text{MHz}} - 2.5 \right) \right\} \text{ dBc}$	-69.6 dBm	30 KHz (Nota 3)
3.5 – 7.5	$\left\{ -33.5 - 1 * \left( \frac{\Delta f}{\text{MHz}} - 3.5 \right) \right\} \text{ dBc}$	-54.3 dBm	1 MHz (Nota 4)
7.5 – 8.5	$\left\{ -37.5 - 10 * \left( \frac{\Delta f}{\text{MHz}} - 7.5 \right) \right\} \text{ dBc}$	-54.3 dBm	1 MHz (Nota 4)
8.5 – 12.5 MHz	-47.5 dBc	-54.3 dBm	1 MHz (Nota 4)
Nota 1:	$\Delta f$ es la separación entre la frecuencia portadora y el centro del ancho de banda medido		
Nota 2:	El requerimiento mínimo es calculado a partir del requerimiento relativo o el requerimiento absoluto, cual sea la potencia más alta		
Nota 3:	La primera y última posición de medición con un filtro de 30 KHz es con $\Delta f$ igual a 2.515 MHz y 3.485 MHz		
Nota 4:	La primera y última posición de medición con un filtro de 1 MHz es con $\Delta f$ igual a 4 MHz y 12 MHz		

## 2.6.5. TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE CON HS-DPCCH

### 2.6.5.1. Definición y aplicación

La tasa de potencia interferente en el canal adyacente ACLR (*Adjacent Channel Leakage Power Ratio*) es la relación entre la potencia media del canal filtrada con un filtro RRC centrado en la frecuencia asignada y la potencia media del canal filtrada con un filtro RRC centrado en la frecuencia del canal adyacente. El filtro tiene un ancho de banda de 3,84 MHz.

La medida es aplicada en los dos primeros canales adyacentes de la frecuencia central, tanto en la parte superior como en la inferior ( $\pm 5$  y  $\pm 10$  MHz).

### 2.6.5.2. Requerimientos mínimos

Si la potencia media del filtro RRC del canal adyacente es más grande que -50 dBm, entonces el ACLR deberá ser más grande que el valor especificado en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17 ACLR del UE

Power Class	Canal UE	Límite ACLR
3	+5 MHz o -5 MHz	33 dB
3	+10 MHz o -10 MHz	43 dB
4	+5 MHz o -5 MHz	33 dB
4	+10 MHz o -10 MHz	43 dB

### 2.6.5.3. Propósito de la prueba

Comprobar que la ACLR del UE no exceda el límite establecido en la Tabla 2.17, ya que, un ACLR excesivo aumenta la posibilidad de interferir a otros canales o a otros sistemas.

### 2.6.5.4. Requerimientos de la prueba

El ACLR medido deberá ser más grande que el límite en la Tabla 2.18.

Tabla 2.18 ACLR del UE

Power Class	Canal UE	Límite ACLR
3	+5 MHz o -5 MHz	32.2 dB
3	+10 MHz o -10 MHz	42.2 dB
4	+5 MHz o -5 MHz	32.2 dB
4	+10 MHz o -10 MHz	42.2 dB

## 2.6.6. EMISIONES ESPURIAS

### 2.6.6.1. Definición y aplicación

Las emisiones espurias son emisiones causadas por efectos de transmisión no deseados tales como emisiones de armónicos, emisiones parásitas, efectos de intermodulación y efectos de conversión de frecuencias, pero excluidas fuera de las bandas de emisión.

Los límites de frecuencias y los rangos detallados tanto dentro y fuera de las bandas de emisión se basan en las Recomendaciones UIT-R SM.329.

Los requerimientos y esta prueba se aplican para todos los tipos de UE UTRA/FDD.

### 2.6.6.2. Requerimientos mínimos

Estos requisitos son sólo aplicables para las frecuencias que estén bajo y sobre 12,5 MHz de distancia de la frecuencia central del canal de emisión del UE.

Tabla 2.19 Requerimiento general de emisiones espurias

Rango de frecuencia	Ancho de banda medido	Requerimiento mínimo
$9 \text{ KHz} \leq f < 150 \text{ KHz}$	1 KHz	-36 dBm
$150 \text{ KHz} \leq f < 30 \text{ MHz}$	10 KHz	-36 dBm
$30 \text{ MHz} \leq f < 1000 \text{ MHz}$	100 KHz	-36 dBm
$1 \text{ GHz} \leq f < 12,75 \text{ GHz}$	1 MHz	-30 dBm

Tabla 2.20 Requerimiento adicional de emisiones espurias

Banda de operación	Rango de frecuencia	Ancho de banda medido	Requerimiento mínimo
II	$869 \text{ MHz} \leq f \leq 894 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$1930 \text{ MHz} \leq f \leq 1990 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$2110 \text{ MHz} \leq f \leq 2170 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
V	$869 \text{ MHz} \leq f \leq 894 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$1930 \text{ MHz} \leq f \leq 1990 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$2110 \text{ MHz} \leq f \leq 2170 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm

### 2.6.6.3. Propósito de la prueba

El propósito de la prueba es verificar que las emisiones espurias del UE no excedan los valores descritos en la Tabla 2.19 y la Tabla 2.20, ya que excesivas emisiones espurias incrementan la interferencia a otros sistemas.

### 2.6.6.4. Requerimientos de la prueba

La potencia promedio medida de las emisiones espurias no deberá exceder el valor descrito en las Tablas 2.21 y 2.22.

Estos requisitos son sólo aplicables para las frecuencias que estén bajo y sobre 12,5 MHz de distancia de la frecuencia central del canal de emisión del UE.

Tabla 2.21 Requerimientos generales de la prueba de emisiones espurias

Rango de frecuencia	Ancho de banda medido	Requerimiento mínimo
$9 \text{ KHz} \leq f < 150 \text{ KHz}$	1 KHz	-36 dBm
$150 \text{ KHz} \leq f < 30 \text{ MHz}$	10 KHz	-36 dBm
$30 \text{ MHz} \leq f < 1000 \text{ MHz}$	100 KHz	-36 dBm
$1 \text{ GHz} \leq f < 12,75 \text{ GHz}$	1 MHz	-30 dBm

**Tabla 2.22 Requerimientos adicionales de la prueba de emisiones espurias**

<b>Banda de operación</b>	<b>Rango de frecuencia</b>	<b>Ancho de banda medido</b>	<b>Requerimiento mínimo</b>
II	$869 \text{ MHz} \leq f \leq 894 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$1930 \text{ MHz} \leq f \leq 1990 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$2110 \text{ MHz} \leq f \leq 2170 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
V	$869 \text{ MHz} \leq f \leq 894 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$1930 \text{ MHz} \leq f \leq 1990 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm
	$2110 \text{ MHz} \leq f \leq 2170 \text{ MHz}$	3.84 MHz	- 60 dBm

## REFERENCIAS

- [1] CHEVALLIER Christophe, BRUNNER Christopher, GARAVAGLIA Andrea, MURRAY Kevin, BAKER Kenneth (2006). *WCDMA (UMTS) Deployment Handbook: Planning and Optimization Aspect*, publicaciones John Wiley & Sons, Ltd.
- [2] DAHLMAN Erik, PARKVALL Stefan, SKÖLD Johan, BEMING Per (2007). *3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband*, publicaciones British Library cataloguing. Primera edición
- [3] KAARANEN Heikki, AHTIAINEN Ari, LAITINEN Lauri, NAGHIAN Siamäk, NIEMI Valtteri. *UMTS Networks: Architecture, Mobility and Services*, publicaciones John Wiley & Sons, Ltd. Segunda edición
- [4] TAPIA Pablo, LIU Jun, KARIMLI Yasmin, FEUERSTEIN Martin (2009). *HSPA Performance and Evolution; A practical perspective*, publicaciones John Wiley and Sons, Ltd.
- [5] AGUILERA, Pablo (2009). *Estudio de sistemas MIMO a través de técnicas de procesamiento de señal y teoría de la información*, Documento electrónico, [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70143/fichero/capítulo\\_3.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70143/fichero/capítulo_3.pdf)
- [6] CISCO VISUAL NETWORKING INDEX (2013). *Global Mobile data traffic forecast update, 2012-2017*, Documento electrónico [http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white\\_paper\\_c11-520862.pdf](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.pdf)
- [7] QUALCOMM (2009). *HSPA+ for Enhanced Mobile Broadband*, Documento electrónico <http://www.qualcomm.com/media/documents/files/hspa-for-enhanced-mobile-broadband-whitepaper.pdf>
- [8] ROHDE & SCHWARZ (2007). *HSPA: Nuevos desafíos para el diseño de amplificadores de potencia en los terminales UMTS ("UE")*, Documento electrónico [http://www.redeweb.com/\\_txt/628/84.pdf](http://www.redeweb.com/_txt/628/84.pdf)

- [9] 3GPP (2010). *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD)*. 3GPP TS 25.101 versión 9.3.0 Release 9, Documento electrónico  
[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/125100\\_125199/125101/09.03.00\\_60/ts\\_125101v090300p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/125100_125199/125101/09.03.00_60/ts_125101v090300p.pdf)
- [10] 3GPP (2011). *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification*. 3GPP TS 34.121-1 version 9.3.0 Release 9, Documento electrónico  
[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/134100\\_134199/13412101/09.03.00\\_60/ts\\_13412101v090300p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/134100_134199/13412101/09.03.00_60/ts_13412101v090300p.pdf)
- [11] 4G Americas (2011). *The Evolution of HSPA; the 3GPP standards progress for fast mobile broadband using HSPA+*, Documento electrónico  
[http://www.4gamericas.org/documents/4G%20Americas%20White%20Paper\\_The%20Evolution%20of%20HSPA\\_October%202011x.pdf](http://www.4gamericas.org/documents/4G%20Americas%20White%20Paper_The%20Evolution%20of%20HSPA_October%202011x.pdf)
- [12] AGILENT TECHNOLOGIES,  
[http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma\\_gen\\_bse\\_hsdpa\\_rbtest\\_setup.html#CHDDHGHJ](http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma_gen_bse_hsdpa_rbtest_setup.html#CHDDHGHJ)
- [13] AGILENT TECHNOLOGIES,  
[http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma\\_gen\\_bse\\_concepts.html](http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma_gen_bse_concepts.html)
- [14] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/>
- [15] GSA,  
[http://www.gsacom.com/downloads/pdf/HSPA\\_peak\\_DL\\_network\\_Speeds\\_041112.php4](http://www.gsacom.com/downloads/pdf/HSPA_peak_DL_network_Speeds_041112.php4)
- [16] UMTS WORLD,  
<http://www.umtsworld.com/technology/UMTSChannels.htm>
- [17] 4g AMERICAS,  
<http://www.4gamericas.org/index.cfm?fuseaction=page&sectionid=248>

## CAPÍTULO 3

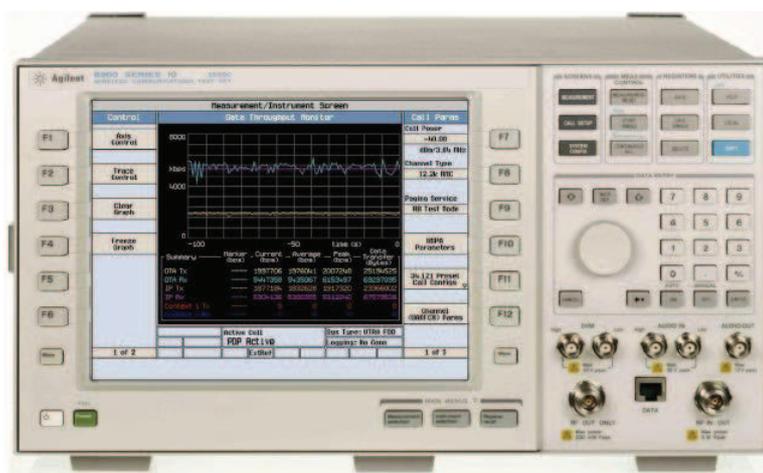
### 3. PROTOCOLO DE MEDICIONES Y PRUEBAS

#### 3.1. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

##### 3.1.1. EMULADOR DE ESTACIÓN TRANSCÉPTORA BASE (GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA, HSUPA Y HSPA+)

###### 3.1.1.1. Descripción del equipo

El equipo “*Wireless Communications Test Set*“, marca Agilent Technologies, modelo E5515C, familia 8960 Series 10, es un simulador de estación transceptora base (emulador de radio base), que soporta las tecnologías GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA, HSUPA y HSPA+. El equipo se muestra en la Figura 3.1.



Fuente: [2]

**Figura 3.1** Equipo “*Wireless Communications Test Set*” (simulador de radio base)

Una ventaja de contar con este equipo, es que integra tecnologías celulares 2G, 3G y 3.5G, sin necesidad de tener equipos separados para cada tecnología. Otra ventaja es que provee un amplio conjunto de pruebas para las tecnologías celulares que soporta, brindando una solución para la comprobación completa de parámetros de

RF de dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos celulares, módems celulares y cualquier equipo que posea un módulo celular.

Utilizando el equipo “*Wireless Communications Test Set*” es posible realizar múltiples pruebas y mediciones propias de cada tecnología celular, previa configuración de determinados parámetros; también permite realizar pruebas remotas a través de la utilización de un software especial<sup>31</sup>.

Este equipo ha mejorado la capacidad de realizar pruebas de datos a altas velocidades, varias opciones de señalización y se ha dado mayor margen de aplicabilidad a tecnologías celulares modernas (3.5G), al ser posible alcanzar 42 Mbps con DC-HSDPA (*Dual-Carrier HSDPA*) utilizando técnicas de multiplexación avanzadas tales como MIMO, caso contrario se necesitarían dos emuladores de radio base para alcanzar dicha velocidad [11].

Por lo que este equipo, combinado con la serie de aplicaciones de software que posee, crea un emulador de interfaz de aire para probar cualquier equipo de RF que utilice alguna tecnología celular 2G, 3G y 3.5G, basado en estándares del 3GPP, bajo un ambiente controlado [11].

El equipo “*Wireless Communications Test Set*” para completar su funcionamiento utiliza una “*UMTS Test USIM*<sup>32</sup> *Card*”, la cual se introduce en el equipo terminal. Dicha *USIM Card* es única para este equipo y sirve para realizar pruebas con cualquier tecnología celular hasta 3.5G.

### **3.1.1.2. Aplicaciones que posee el equipo**

El equipo puede ofrecer: aplicaciones de pruebas (*test applications*) y aplicaciones de laboratorio (*lab applications*) [9]; sin embargo, para fines de la realización de

---

<sup>31</sup> Se refiere al software interactivo de pruebas, especificado en las funcionalidades del equipo.

<sup>32</sup> Universal Subscriber Identity Module: Módulo de Identificación del Abonado para UMTS

pruebas de comprobación de parámetros técnicos en equipos de RF, la SUPERTEL solo adquirió el equipo con aplicaciones de prueba y no con las de laboratorio, ya que las *lab applications* implican una mayor complejidad y están recomendadas para diseño de dispositivos a nivel industrial.

Los ensayos de RF que el equipo permite realizar con tecnologías celulares GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA, HSUPA, y HSPA+, especificados por el 3GPP, se indican en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Aplicaciones disponibles del equipo “Wireless Communications Test Set”**

<b>Aplicación</b>	<b>Descripción</b>
E5515C-002	2 fuentes RF
E1993A 8960	<i>UMTS test application suite E1993A incluye test applications for W-CDMA, GSM, GPRS, EGPRS y conmutación rápida (modelos E1963A, E1968A-202, E1987A)</i>
E1963A-401	<i>W-CDMA End-to-End Video</i>
E1963A-402	<i>W-CDMA Video Loopback</i>
E1963A-403	<i>HSDPA test modes</i>
E1963A-413	<i>HSUPA test modes</i>
E1963A-405	<i>HSDPA 14.4Mbps Test Mode</i>
E1963A-423 <sup>33</sup>	<i>HSPA+ test modes</i>
E6568C	<i>WCDMA/GSM/GPRS/EGPRS wireless test manager</i>
E6568C -100	<i>Development and run-time license with software</i>

Fuente: [6]

En el Anexo D se detalla la función que cumple cada aplicación y que tipo de pruebas se puede realizar.

<sup>33</sup> Todas las aplicaciones E1963A soportan el modo FDD [1].

### 3.1.1.3. Funcionalidades

- **Permite inter-RAT (*Radio Access Technology*) handoff** <sup>34</sup>
  - El equipo permite conmutar de la tecnología GSM/GPRS a WCDMA y viceversa<sup>35</sup>.
  
- **Permite verificar parámetros técnicos de equipos de RF [2]**
  - Realiza pruebas acorde al mundo real, para verificar funcionalmente: ambientes de voz, SMS, MMS, transmisión de datos, video, handoff y otros servicios, con la simulación de la presencia de interferencia en la red.
  - Prueba equipos en condiciones reales de las redes típicas, con Tx/Rx simultáneamente a las más altas tasas de datos.
  
- **Garantiza la calidad de nuevos equipos de RF**
  - Pruebas con solución integrada de Tx/Rx simultánea, en ambientes controlados, compatibles con el estándar 3GPP TS 34.121-1; en dicho estándar se establecen todas las pruebas de verificación técnica que se pueden aplicar al equipo RF.
  
- **Conexión LAN**
  - Permite conectarse en red con otros equipos y PCs, a través del puerto LAN que posee, utilizando su propia dirección IP a fin de poder controlarlo remotamente, obtener datos y gráficas (capturas de pantalla).

### 3.1.1.4. Características referentes a HSPA+ [2]

El equipo posee características de pruebas para HSDPA, HSUPA y HSPA+ (basadas en las aplicaciones E1963A); entre las principales se tienen:

---

<sup>34</sup> *Inter-RAT* handoff: handoff entre diferentes tecnologías 3G a 2G (*Incoming Inter-RAT Handoff*) y de 2G a 3G (*Outgoing Inter-RAT handoff*).

<sup>35</sup> GSM/GPRS incluye EGPRS y WCDMA incluye HSDPA, HSUPA Y HSPA+.

➤ **Parámetros RF**

- Modo de operación: FDD está disponible para HSDPA, HSUPA Y HSPA+, para soportar velocidades teóricas de 21 Mbps en DL y 11.5 Mbps en UL para HSPA +, 14.4 Mbps en HSDPA y 5.76 Mbps en HSUPA.
- Mediciones en transmisión y recepción: se brinda un conjunto completo de mediciones de RF para HSPA+, para realizar pruebas a todas las categorías de dispositivos HSPA/WCDMA (HS-DSCH<sup>36</sup> categorías 1-14 y E-DCH categorías 1-7), en fiel cumplimiento con la norma 3 GPPTS 34.121-1.

➤ **Bandas de Operación**

- Soporta todas las bandas de frecuencia establecidas por el 3GPP (I a la XIV, XIX; XX y XXI) proporcionando flexibilidad para la realización de pruebas a toda clase de dispositivos elaborados en cualquier región del mundo.

➤ **CPC<sup>37</sup> en HSPA+**

- Permite conectividad continua de paquetes, ya que realiza de forma temporal una reactivación más rápida de los usuarios inactivos de datos para envío de paquetes.

➤ **Respuesta activa CQI<sup>38</sup> en HSDPA**

- Se refiere al comportamiento realista de la red respondiendo a las solicitudes del UE para los cambios de canal, sin perder la calidad del enlace.

➤ **Software interactivo de pruebas funcionales (N5970A)**

- Software propio del fabricante, para automatizar y simplificar las pruebas de verificación de funcionamiento de los terminales HSPA+.

---

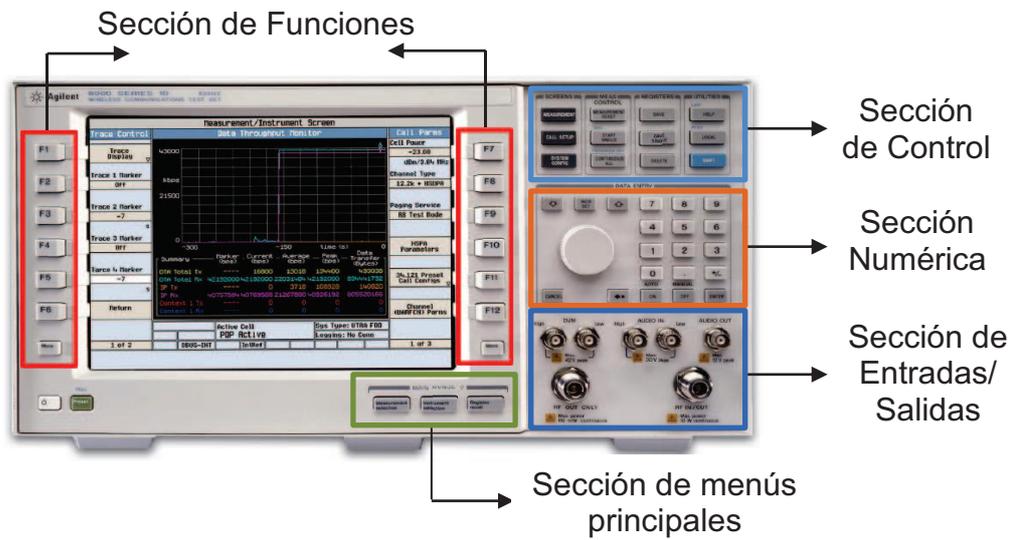
<sup>36</sup> HS-DSCH (*High Speed - Downlink Shared Channel*): Canal compartido de Bajada de Alta velocidad

<sup>37</sup> CPC (*Continuous Packet Connectivity*): Conectividad Continua de Paquetes

<sup>38</sup> CQI (*Channel Quality Indicator*): Indicador de Calidad del Canal

### 3.1.1.5. Panel Frontal del Equipo

En la Figura 3.2 se presenta el panel frontal del equipo, a fin de tener una idea clara de sus componentes:



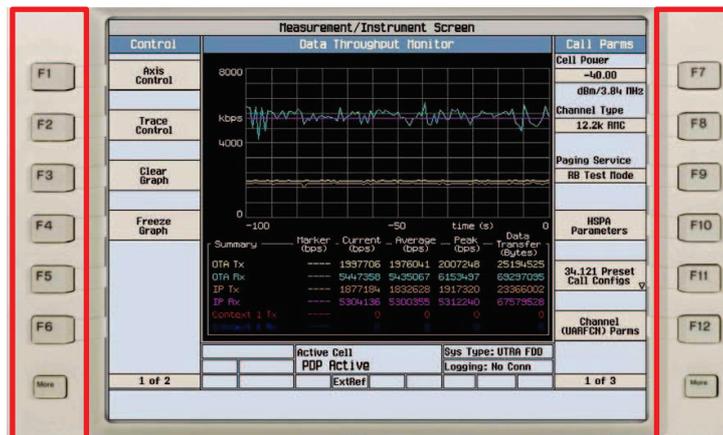
Fuente: [2]

Figura 3.2 Panel Frontal del equipo “Wireless Communications Test Set”

A continuación se detalla cada sección:

#### ➤ Sección de Funciones

La sección de funciones con sus respectivas teclas se indica en la Figura 3.3:



Fuente: [2]

Figura 3.3 Sección de Funciones

→ Teclas: F1, F2, F3, F4...F12 y *More*.

### ➤ Sección de Control

La sección de control con sus respectivos bloques se indica en la Figura 3.4:



Fuente: [2]

**Figura 3.4 Sección de Control**

- Bloque “*SCREENS*” (Pantallas)
  - Teclas: *MEASUREMENT* (Medidas), *CALL SETUP* (Establecimiento de llamada), *SYSTEM CONFIG* (Configuración del Sistema).
- Bloque “*MEAS CONTROL*” (Control de Medidas)
  - Teclas: *MEASUREMENT RESET* (Reseteo de medidas), *START SINGLE* (Inicio simple), *CONTINUOUS ALL* (Todo continuo).
- Bloque “*REGISTERS*” (Registros)
  - Teclas: *SAVE* (Guardar), *SAVE SINGLE* (Guardar simple), *DELETE* (Borrar).
- Bloque “*UTILITIES*” (Utilidades)
  - Teclas: *HELP* (Ayuda), *LOCAL*, *SHIFT* (Cambiar).

### ➤ Sección de Entrada de Datos

La sección de entrada de datos con sus respectivas teclas se indica en la Figura 3.5:



Fuente: [2]

**Figura 3.5 Sección de Entrada de Datos**

- Teclado Numérico y de navegación  
→ Teclas: *CANCEL* (Deshacer), *ON* (Activo), *OFF* (Desactivado), *ENTER*.

#### ➤ Sección de Entradas/Salidas

La sección de entradas/salidas con sus respectivos conectores se indica en la Figura 3.6



Fuente: [2]

**Figura 3.6 Sección de Entradas/Salidas**

- Conector tipo N (hembra): *RF Out Only* (Salida RF).
- Conector tipo N (hembra): *RF In/Out* (Salida / Entrada RF).
- 2 conectores tipo BNC (hembra): *AUDIO In* (Entradas de Audio).

- 1 conector tipo BNC (hembra): *AUDIO Out* (Salida de Audio).
- 2 conectores tipo BNC (hembra): *DVM*<sup>39</sup>.

### ➤ Sección de menús principales

La sección de menús principales con sus respectivas teclas se indica en la Figura 3.7:



Fuente: [2]

**Figura 3.7 Sección de menús principales**

- Tecla: “*Measurement selection*” (Selección de medidas).
- Tecla: “*Instrument selection*” (Selección de instrumentos).
- Tecla: “*Register Recall*” (Llamar a registros).

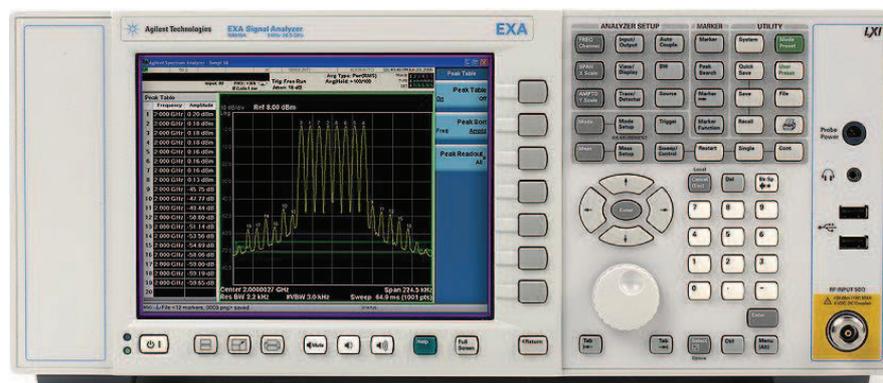
## 3.1.2. ANALIZADOR DE ESPECTROS HASTA 13,6 GHZ

### 3.1.2.1. Descripción del equipo

El equipo “*EXA Signal Analyzer*”, marca Agilent Technologies, modelo N9010A, es un analizador de espectros que opera desde 9 KHz hasta 13.6 GHz y puede demodular y analizar anchos de banda de hasta 25 MHz. El equipo se muestra en la Figura 3.8.

El analizador de espectros, en general, se utiliza para observar ciertos parámetros de las señales que son dificultosas o imposibles de medir y/o visualizar en el dominio del tiempo, es decir permite visualizar los componentes de frecuencia de una señal eléctrica mediante una pantalla calibrada en la cual se muestra la potencia de dichos componentes en función de la frecuencia.

<sup>39</sup> *DVM (Digital Voltmeter)*: Voltímetro digital



Fuente: [12]

**Figura 3.8 Analizador de Espectros EXA N9010A**

El equipo “EXA Signal Analyzer” proporciona una diversidad de aplicaciones versátiles de medición, dando flexibilidad para satisfacer los requisitos de realización de pruebas a distintos tipos de equipos RF.

### 3.1.2.2. Aplicaciones que posee el equipo

Para la realización de distintas pruebas, el analizador de espectros N9010A incluye las aplicaciones indicadas en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Aplicaciones disponibles en el equipo “EXA Signal Analyzer”**

<b>Aplicación</b>	<b>Descripción</b>
N9010A-513	<i>Frequency range, 10 Hz a 13.6 GHz</i>
N9010A-B25	<i>Analysis bandwidth, 25 MHz</i>
N9010A-P07	<i>Preamplifier, 7GHz</i>
N9010A-MLP	<i>Minimum loss pad, 50 to 75 ohm</i>
N6155A-2FP	<i>ISDB-T Measurement Application, fixed perpetual license</i>
N9063A-2FP	<i>Analog Demodulation Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9068A-2FP	<i>Phase Noise Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9071A-2FP	<i>GSM/EDGE Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9071A-3FP	<i>EDGE Evolution Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9071A-XFP	<i>Single Acquisition Combined GSM/EDGE Measurement Application</i>
N9073A-1FP	<i>W-CDMA Measurement application, fixed perpetual license</i>

Continuación Tabla 3.3

Aplicación	Descripción
N9073A-2FP	<i>HSDPA/HSUPA Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9073A-3FP	<i>HSPA+ Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9073A-XFP	<i>Single Acquisition Combined W-CDMA Measurement Application</i>
N9074A-XFP	<i>Single Acquisition Combined fixed WiMAX Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9075A-2FP	<i>802.16 OFDMA Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9077A-XFP	<i>Single Acquisition Combined WLAN Measurement application, fixed perpetual license</i>
N9080A-1FP	<i>LTE-FDD Measurement Application, fixed perpetual license</i>
N9082A-1FP	<i>LTE-TDD Measurement Application, fixed perpetual license</i>

Fuente: [6]

### 3.1.2.3. Funcionalidades

#### ➤ Modos de pruebas [6]

El analizador de espectros posee las siguientes funcionalidades (modos):

- Demodulación del estándar WiMAX<sup>40</sup> fijo y móvil (OFDM<sup>41</sup> y OFDMA<sup>42</sup>).
- Demodulación del estándar ISDB-T<sup>43</sup> y medidor de MER<sup>44</sup>.
- Aplicación para medición de ruido de fase.
- Demodulación de los estándares GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA, HSDPA+ y LTE.

El equipo además posee funcionalidades (modos) extras como:

- Analizador IQ (básico).

<sup>40</sup> *WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access): Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microonda*

<sup>41</sup> *OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing): Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal*

<sup>42</sup> *OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access): Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal*

<sup>43</sup> *ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial): Difusión Digital de Servicios Integrados Terrestres*

<sup>44</sup> *MER (Modulation Error Rate): Tasa de Error de Modulación*

- Demodulación Analógica AM y FM.
- WLAN, IEEE 802.11 a/b/g/n.

➤ **Conexión LAN**

- Al igual que el equipo “*Wireless Communications Test Set*”, éste también posee un puerto LAN que permite conectarse en red con otros equipos y PCs, utiliza su propia dirección IP a fin de poder controlarlo remotamente, obtener datos y gráficas (capturas de pantalla).

**3.1.2.4. Características referentes a HSPA + [4]**

El equipo posee características de pruebas para W-CDMA con HSPA+ (basadas en la aplicación N9073A); entre las principales se tiene:

➤ **Concordancia con el 3GPP**

- Las aplicaciones para mediciones W-CDMA/HSPA/HSPA+ están basadas en el estándar 3GPP TS 34.121.

➤ **Compatibilidad con el equipo “*Wireless Communications Test Set*”**

- Para la realización de las distintas pruebas en modo W-CDMA con HSPA+, el equipo “*EXA Signal Analyzer*” debe trabajar en conjunto con el equipo “*Wireless Communications Test Set*” y el equipo terminal HSPA+, a través de un “*Power Splitter*”.

➤ **Pruebas de RF**

- Mediante las aplicaciones WCDMA/HSDPA/HSUPA/HSPA+, se pueden realizar varias pruebas y mediciones de RF (en conjunto con el equipo “*Wireless Communications Test Set*”) en el UE.
- Medidas básicas de señales W-CDMA, así como de señales HSDPA/HSUPA/HSPA+, en todas las configuraciones de canal y bandas de frecuencia.

- Permite mediciones de ancho de banda, potencia total de transmisión, emisiones espurias y demás mediciones relacionadas directamente a cada modo de prueba que el equipo permite.

### 3.1.3. RF SHIELDED BOX, JAULA DE FARADAY [3]

#### 3.1.3.1. Descripción del equipo

El equipo “*RF Shielded Box*”, marca Agilent Technologies, modelo EC5010CE, es una caja con elementos de blindaje RF (Jaula de Faraday). El equipo se muestra en la Figura 3.9.



Fuente: [3]

**Figura 3.9 RF shielded box, Jaula de Faraday**

El equipo en su interior está recubierto con un material absorbente para que no existan reflexiones; además, cuenta con un conector tipo USB, dos conectores D-9 (un hembra y un macho) y dos conectores tipo SMA; el primer conector SMA está conectado a una antena que permite realizar pruebas radiadas a todo UE; y, el segundo, es un conector libre, para la conexión directa al conector RF del UE.

El diseño de la Jaula de Faraday permite sostener diferentes tipos de dispositivos durante la prueba, mediante las guías móviles ajustables que posee.

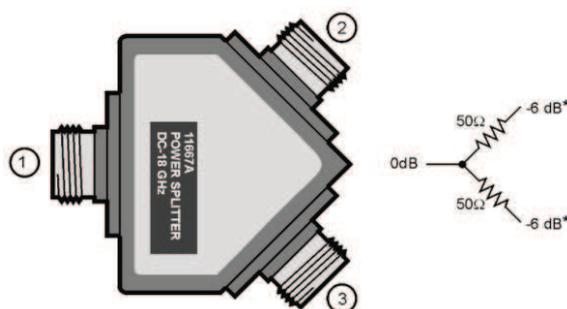
### 3.1.4. ACCESORIOS ADICIONALES

#### 3.1.4.1. Power Splitter [5]

El “*Power Splitter*”, marca Agilent Technologies, modelo 11667A, es un divisor de potencia. La Figura 3.10 muestra al *splitter* y un diagrama básico.

El “*Power Splitter*” es un divisor de potencia de dos resistores para uso en sistemas de medida en el que un brazo es activo.

La señal que atraviesa los brazos, puede estar en un rango de frecuencia desde DC hasta 18 GHz lo que permite mediciones de banda ancha al hacerse con un mínimo de incertidumbre.



Fuente: [5]

**Figura 3.10 Power Splitter**

- ① Puerto para la señal entrante
- ② y ③ puertos de salida utilizados para la señal saliente.

La señal de salida está 6 dB por debajo de la señal de entrada. Cualquiera de ellos puede ser utilizado como un puerto de referencia para pruebas ya que la energía es igual en ambos puertos.

### 3.1.4.2. Cables, adaptadores y atenuadores [7]

El laboratorio de la SUPERTEL dispone de varios accesorios adicionales, pero para fines de realización de este proyecto, solo se mencionan los pertinentes, indicados en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.4 Accesorios adicionales: cables, atenuadores y adaptadores**

<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fabricante</b>
Cable Coaxial Armonizado 48.0"	NMS-290AN-48.0-NMS	Weather Neoprene (18 GHz), tipo N (macho) a N (macho)	Florida Labs
Adaptador (Unión)	PE9006	Tipo N (hembra) a tipo N (hembra), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador	PE9206	Tipo N (hembra) a BNC (hembra), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión	PE9322	Tipo N (macho) a 3.5 (macho), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión	PE9324	Tipo N (hembra) a 3.5 (macho), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión (Unión)	PE9330	Tipo 3.5 (macho) a 3.5 (macho), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión (Unión)	PE9331	Tipo 3.5 (hembra) a 3.5 (hembra), 50 ohm	PASTERNAK
Atenuador	-----	10 W – 30 dB	BIRD
Atenuador	-----	10 dB / 6GHz	BIRD

Fuente: [7]

## 3.2. PROTOCOLO

Para fines del protocolo de mediciones y pruebas, al UE llamado así en UMTS, se lo nombrará como Equipo Bajo Pruebas (EBP).

### 3.2.1. BANDAS DE FRECUENCIA DE OPERACIÓN, FRECUENCIAS CENTRALES Y CANALES

En el país, las bandas de frecuencias, hasta la fecha de este proyecto, asignadas para el Servicio Móvil Avanzado son:

- a) 850 MHz  $\left\{ \begin{array}{l} \text{UL: 824 MHz a 849 MHz} \\ \text{DL: 869 MHz a 894 MHz} \end{array} \right. \rightarrow \text{Banda V}$
- b) 1900 MHz  $\left\{ \begin{array}{l} \text{UL: 1850 MHz a 1910 MHz} \\ \text{DL: 1930 MHz a 1990 MHz} \end{array} \right. \rightarrow \text{Banda II}$

Por lo que el EBP, al menos, deberá soportar estas bandas.

Las frecuencias centrales de prueba en el canal respectivo para cada banda de operación se definen en las Tablas 3.4 y 3.5 [8].

**Tabla 3.5 Frecuencias centrales de prueba para la Banda II**

Canal		Frecuencia central de bajada	Canal		Frecuencia central de subida
Bajo	9262	1852.4 MHz	Bajo	9662	1932.4 MHz
Medio	9400	1880.0 MHz	Medio	9800	1960.0 MHz
Alto	9538	1907.6 MHz	Alto	9938	1987.6 MHz

Fuente: [8]

**Tabla 3.6 Frecuencias centrales de prueba para la Banda V**

Canal		Frecuencia central de bajada	Canal		Frecuencia central de subida
Bajo	4132	826.4 MHz	Bajo	4357	871.4 MHz
Medio	4182	836.4 MHz	Medio	4407	881.4 MHz
Alto	4233	846.6 MHz	Alto	4458	891.6 MHz

Fuente: [8]

### 3.2.2. POTENCIA DE LA CELDA

En el 3GPP,  $\hat{I}_{or}$  es definida como la densidad de potencia espectral del enlace de bajada recibida por la antena del EBP. El enlace de bajada contiene uno o más canales físicos. En el equipo *Wireless Communication Test Set*, el parámetro *Cell Power* configura el nivel de potencia absoluta (en *dBm*) de los canales físicos, siendo posible también configurar cada canal físico individualmente en dB respecto a la potencia de la celda (*Cell Power*).

En el estándar del 3GPP, para cada prueba aplicada, se define niveles de potencias para cada canal físico y la facilidad que presta el equipo es que estos niveles se encuentran preconfigurados. Cuando se aumenta o disminuye la potencia de la celda, por la preconfiguración que existe, la potencia de los canales que intervienen en la medición no cambia y se distribuye en los canales que permiten iniciar la conexión, por ejemplo el DPCCH.

La potencia que entrega la celda (potencia que entrega el emulador de radio base al EBP que está dentro de la Jaula de Faraday) está en el rango de -13 dBm/3.84 MHz a -115 dBm/3.84 MHz.

La potencia para el correcto enganche y operación del EBP durante la realización de las mediciones y pruebas es -50 dBm/3.84 MHz, este valor se sustenta en la experiencia adquirida durante los ensayos y pruebas realizadas en el laboratorio de la SUPERTEL, a esta potencia se pudo comprobar que cada EBP cumple con el estándar; además, con el valor de potencia de -50 dBm/3.84 MHz no se exige al equipo a transmitir la máxima potencia, ni que se pierda la conexión con el EBP al transmitir la mínima potencia.

### 3.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES

#### 3.2.3.1. Temperatura

El EBP deberá cumplir los requisitos para cada rango de temperatura de la Tabla 3.6.

**Tabla 3.7 Rango de temperatura durante la prueba**

+15°C a + 35°C	Para condiciones normales (con humedad relativa de hasta el 75%)
-10°C a + 55°C	Para condiciones extremas

Fuente: [8]

Dentro de este rango de temperaturas, el EBP hará un uso eficaz del espectro de radiofrecuencia.

#### 3.2.3.2. Voltaje

El EBP puede ser operado con diferentes fuentes de alimentación y deberá cumplir con los límites que se indica en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.8 Rango de voltajes durante la prueba para cada fuente de energía**

Fuente de energía	Voltaje extremo más bajo	Voltaje extremo más alto	Condiciones normales de voltaje
Baterías no reguladas:			
- Leclanché	0.85 * nominal	nominal	nominal
- Litio	0.95 * nominal	1.1 * nominal	1.1 * nominal
- Mercurio/niquel y cadmio	0.90 * nominal	nominal	nominal

Fuente: [8]

Fuera de este rango de tensión, el EBP no hará uso eficaz del espectro de radio frecuencia. En particular, el EBP no deberá transmitir ninguna señal de RF cuando la tensión de alimentación sea inferior a la tensión de corte declarado por el fabricante.

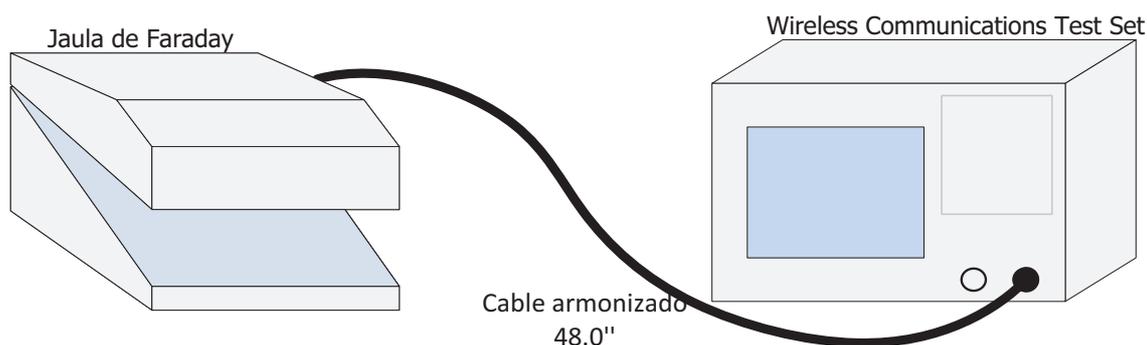
Para el caso de las mediciones y pruebas que se van a realizar, la carga mínima de batería considerada es del 90%.

### 3.2.4. DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

A continuación se presentan los diagramas de conexión que se utilizarán para las distintas mediciones de prueba que se realizarán.

#### 3.2.4.1. Diagrama básico de conexión

Este diagrama se basa en la conexión del EBP al equipo “*Wireless Communications Test Set*”, mediante la Jaula de Faraday. Dicha conexión se muestra en la Figura 3.11.

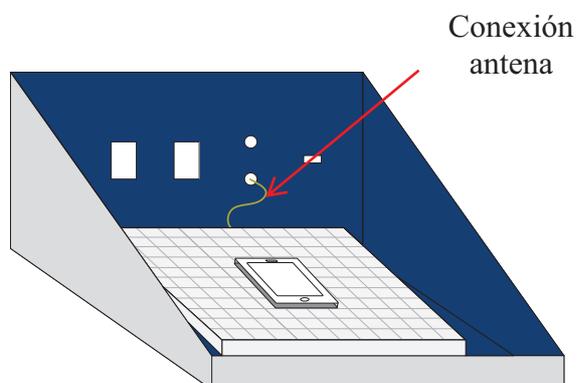


**Figura 3.11 Diagrama básico de conexión**

El EBP se puede conectar de dos formas a la Jaula de Faraday:

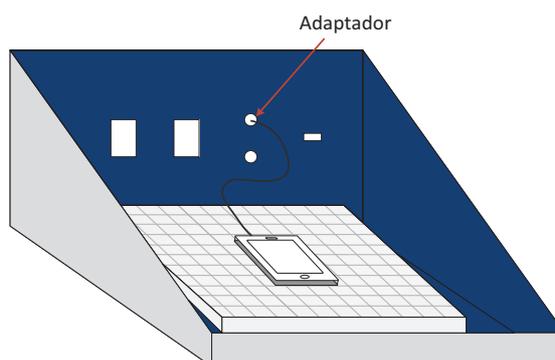
- La primera consiste simplemente en colocar el EBP dentro de la jaula, y utilizando la antena interna que posee, permitir la conexión de forma radiada, esto se hace cuando el EBP no incluye el acceso a su conector RF. La dificultad que se tiene con esta opción es que las pérdidas de propagación que se introducen son complicadas de calcular, por lo que para tener mínimas pérdidas, se debe mover el EBP hasta que la potencia medida en el *Wireless Communications Test Set* sea la máxima y así obtener la mejor señal, las

pruebas que se realizan de esta forma se llaman pruebas radiadas. Esta forma de conexión se presenta en la Figura 3.12.



**Figura 3.12 Conexión del EBP (no incluye el acceso al conector RF) a la Jaula de Faraday**

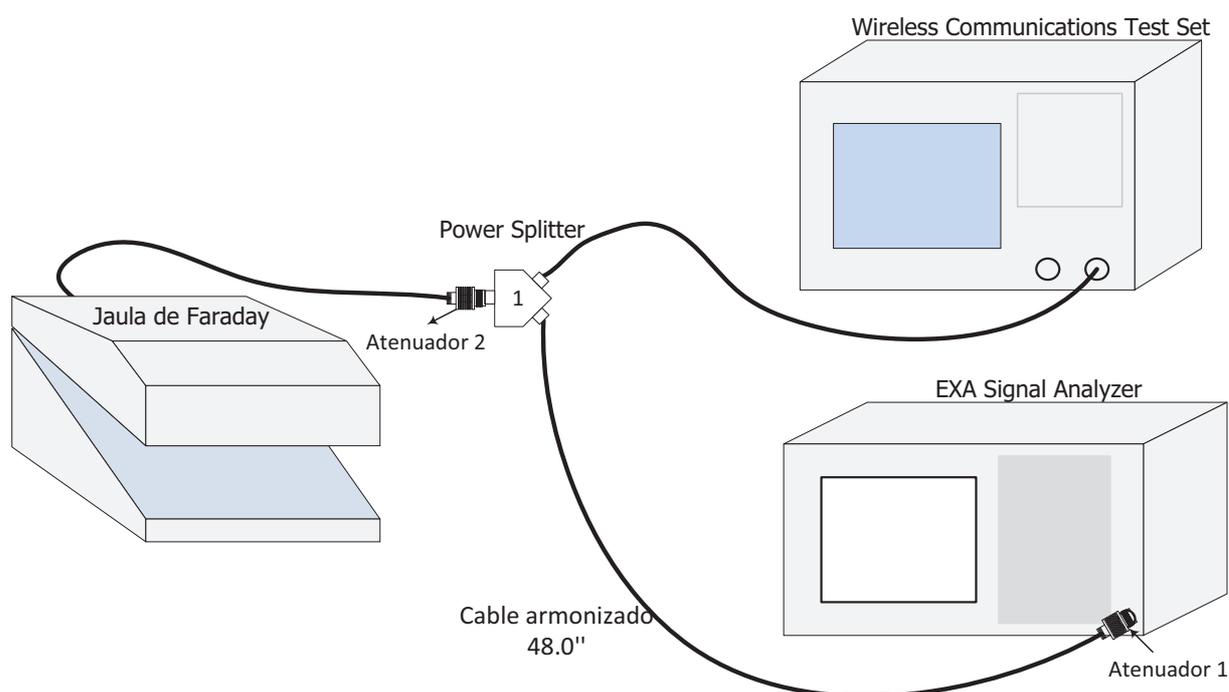
- La segunda forma es posible cuando el EBP permite el acceso al conector RF con su cable respectivo, de este modo se puede conectar directamente a la Jaula de Faraday, con esto se logra tener mejores mediciones y pruebas, ya que es de forma conducida; es decir se reduce al mínimo las pérdidas y además se conoce la pérdida de los mismos. Esta forma de conexión se muestra en la Figura 3.13.



**Figura 3.13 Conexión del EBP (si se permite el acceso al conector RF) a la Jaula de Faraday**

### 3.2.4.2. Diagrama conjunto de conexión

A diferencia del anterior, este diagrama se basa en la conexión del EBP al equipo “*Wireless Communications Test Set*” y al equipo “*EXA Signal Analyzer*”, mediante la Jaula de Faraday, a través de un “*Power Splitter*”, el cual hace que la señal llegue a los dos equipos de medición.



**Figura 3.14 Diagrama conjunto de conexión**

Como se indica en la Figura 3.14, la entrada (puerto 1) corresponde a la señal celular y las dos salidas a los equipos de medición. Hay que tomar en cuenta que la señal que interesa es la del enlace de subida, es decir la señal que envía el EBP; es por ello que se le conecta al puerto 1 del *Power Splitter*.

La utilización de un diagrama u otro, dependerá de la prueba que se pretenda realizar.

### 3.2.4.3. Pérdidas por conectorización

El uso de cables y adaptadores introduce pérdidas que se tendrán que compensar en el momento de realizar cada prueba. Para cada diagrama de conexión, se han calculado las pérdidas totales del sistema: cables, adaptadores, atenuadores, e incluso, en el caso del diagrama conjunto, el uso del “*Power Splitter*”.

En la Tabla 3.8 se indican las pérdidas de los cables y adaptadores utilizados, para las Bandas II y V.

**Tabla 3.9 Pérdidas de cables y adaptadores**

Tipo	Modelo	Pérdidas (dB)	
		Banda II	Banda V
Cable Coaxial Armonizado 48.0”	NMS-290AN-48.0-NMS	0.44	0.31
Adaptador (Unión)	PE9006	0.1	0.1
Adaptador	PE9206	0.1	0.1
Adaptador de precisión	PE9322	0.1	0.1
Adaptador de precisión	PE9324	0.1	0.1
Adaptador de precisión (Unión)	PE9330	0.1	0.1
Adaptador de precisión (Unión)	PE9331	0.1	0.1

Así mismo, la característica, expresada en dB, de los atenuadores utilizados se indica en la Tabla 3.9:

**Tabla 3.10 Característica de atenuadores**

Tipo	Atenuación (dB)	
	Banda II	Banda V
Atenuador 1	30	30
Atenuador 2	10	10

Para el “*Power Splitter*” se tiene un caso especial, dependiendo del sentido de la señal, se tienen las pérdidas indicadas en la Tabla 3.10:

**Tabla 3.11 Pérdidas del *Power Splitter***

Tipo	Sentido	Pérdidas (dB)	
		Banda II	Banda V
<i>Power Splitter</i>	1 - 2 1 - 3	6.2	6.1
	2 - 1 3 - 1	6.2	6.1
	2 - 3 3 - 2	12	12

El sentido 2 - 3 se refiere cuando la señal entra por el puerto 2 y sale por el 3, y el sentido 3 - 2, cuando la señal entra por el puerto 3 y sale por el 2.

Dependiendo del diagrama utilizado, el valor a compensar para cada prueba se obtiene sumando las pérdidas y atenuaciones, como se indica en la Tabla 3.11:

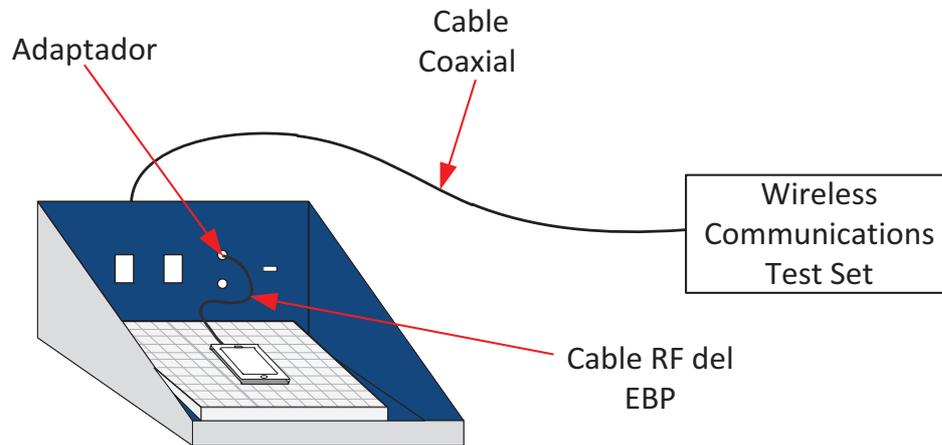
**Tabla 3.12 Valor a compensar por diagrama a utilizar**

Diagrama	Sistema	Atenuación (dB)	
		Banda II	Banda V
Básico	Adaptador <sup>45</sup> + Cable	0.54	0.41
Conjunto	Adaptador + Cable + Atenuador 2 + <i>Power Splitter</i> (1-2) + Cable + Atenuador 1	47.08	46.83

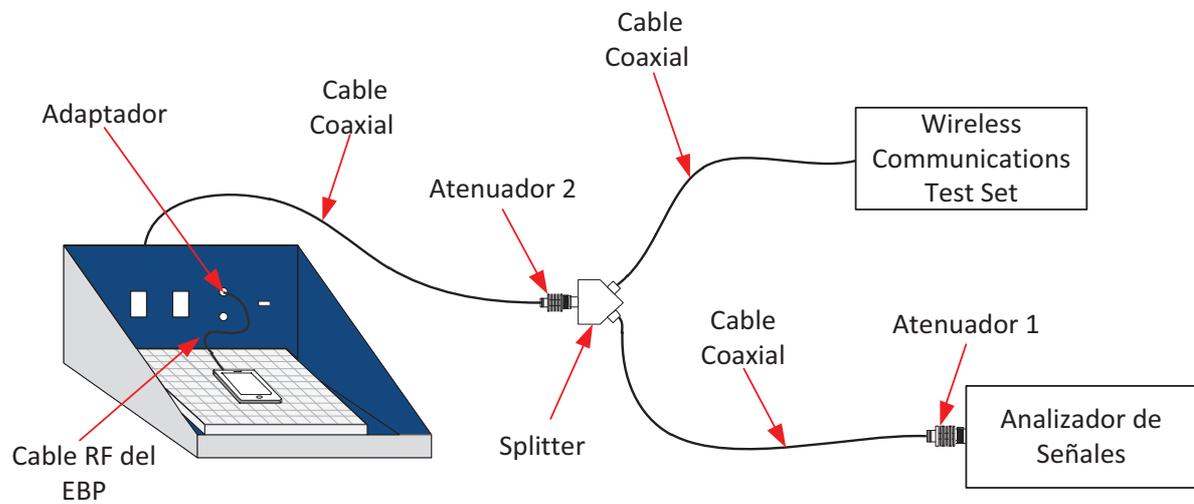
Cabe resaltar que no se incluyen las pérdidas del cable RF que utiliza cada EBP para conectarse a la Jaula de Faraday, porque difiere dependiendo de la marca del mismo; teniendo este valor de pérdidas se suma al valor obtenido para cada diagrama de conexión y el total es el valor a compensar en el equipo de medición.

<sup>45</sup> Difere dependiendo del tipo de conector del cable RF que envía el solicitante.

En las Figuras 3.15 y 3.16 se detalla cada elemento que interviene en los diagramas básico y conjunto, para determinar las pérdidas y atenuaciones.



**Figura 3.15 Elementos que intervienen en el Diagrama Básico**



**Figura 3.16 Elementos que intervienen en el Diagrama Conjunto**

### 3.2.5. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA LAS DISTINTAS PRUEBAS

Las configuraciones son el resultado de la investigación y diferentes ensayos realizados en el laboratorio, basándose en los manuales de usuario y lo requerido por el estándar; se han agregado detalles relevantes para la configuración que el manual de usuario no presenta a profundidad. Para explicar las distintas configuraciones se han tomado capturas de pantalla.

#### 3.2.5.1. Configuración del equipo “Wireless Communications Test Set”

##### 3.2.5.1.1. Configuración inicial

Para realizar las distintas pruebas y mediciones para terminales HSPA+, desde un inicio, el equipo debe ser configurado en tecnología WCDMA, ya que por defecto tiene el formato GSM, como se muestra en la Figura 3.17.

Call Setup Screen									
Control	Call Setup							Call Parm	
Operating Mode	DUT Information			Counters				BCH Parameters	
Active Cell	IMEI:			Page:				0	
	IMSI:	----		RACH / PRACH:				0 / 0	
Data Conn Type	Called Num:	----		Missing Burst:				0	
Auto	Last LAC:	----		Corrupt Burst:				0	TCH Parameters
	Last MCC:	----		Decode Error:				0	
	Last MNC:	----							
Originate Call	Mslot Class GPRS:	----		DUT IP Tx Packets:				----	PDTCH Parameters
	Mslot Class EGPRS:	----		DUT IP Tx Bytes:				----	
	DTH Class GPRS:	----		DUT IP Rx Packets:				----	
	DTH Class EGPRS:	----		DUT IP Rx Bytes:				----	
	Traffic Channel Downlink Power								
	Burst:	1	2	3	4	5	6	Adj/Unu	
	dBm:	----	----	----	----	----	----	----	
Paging Parameters	Error Reports								
	Burst Timing Error:	Normal:	----	T	Access:	----	T		Handover Parameters
	BLER (Block Error Rate):	----	%	over	----	blocks			
	USF BLER (Assigned):	----	%	over	----	blocks			
Cell Info	USF BLER (Unassigned):	----	%	over	----	blocks			Receiver Control
				Active Cell					
				Idle					
1 of 2				IntRef	Offset				

Figura 3.17 Pantalla: Equipo “Wireless Communications Test Set” en GSM

Por consiguiente, hay que realizar el cambio a WCDMA de la siguiente manera:

1. En la sección de control, del bloque “*SCREENS*”, presionar la tecla *SYSTEM CONFIG*.
2. En el menú *Control*, seleccionar *Format Switch (F2)*.
3. Escoger *WCDMA* con las teclas de navegación.
4. Finalmente, al darse el cambio, el equipo está en el modo WCDMA, como se indica en la Figura 3.18.

Call Setup Screen									
Call Control	Active Cell Operating Mode						Call Parm		
Operating Mode	<b>UE Information</b> IMSI: _____ IMEI(SV): _____ (--) Power Class: _____						Cell Power		
Active Cell							-75.00		
Originate Call	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b> Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCH TX Power: -11.55 dBm						dBm/3.84 MHz		
							Channel Type		
Paging Parameters	<b>Call Processing Status</b> Current Service Type: None MII Status: None GMM State: None Current DPCH Offset: 0 chips						12.2k RNC		
							Paging Service		
Handovers	<b>HSUPA Information</b> Rep EDCH Cat/Ext: Unrep/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----						RB Test Mode		
							HSPA Parameters		
Clear UE Info	<b>HSDPA Information</b> Cur UE HS-DSCH Cat: ---- Block Error Ratio: ---- % Throughput: ---- kbps Blocks Transmitted: ----						34.121 Preset Call Configs		
							Channel (UARFCH) Parm		
	Active Cell				Sys Type: UTRA FDD				
	Idle								
1 of 5			IntRef	Offset					1 of 3

Figura 3.18 Pantalla: Equipo “*Wireless Communications Test Set*” en WCDMA

#### 3.2.5.1.2. Establecimiento de la conexión

Para establecer la conexión entre el EBP y el equipo “*Wireless Communications Test Set*”, se debe configurar varios parámetros de la celda, entre ellos: potencia que entrega la celda, niveles de potencia que el EBP soporta, canalización, etc.

Para realizar automáticamente el enganche entre el EBP y el equipo “*Wireless Communications Test Set*”, se realiza los siguientes pasos:

1. Durante toda la configuración la celda debe estar en modo apagado.

- En el menú *Call Control*, seleccionar *Operating Mode* (F1) y escoger *Cell Off* (celda apagada, no irradia ninguna señal), como se indica en la Figura 3.19.

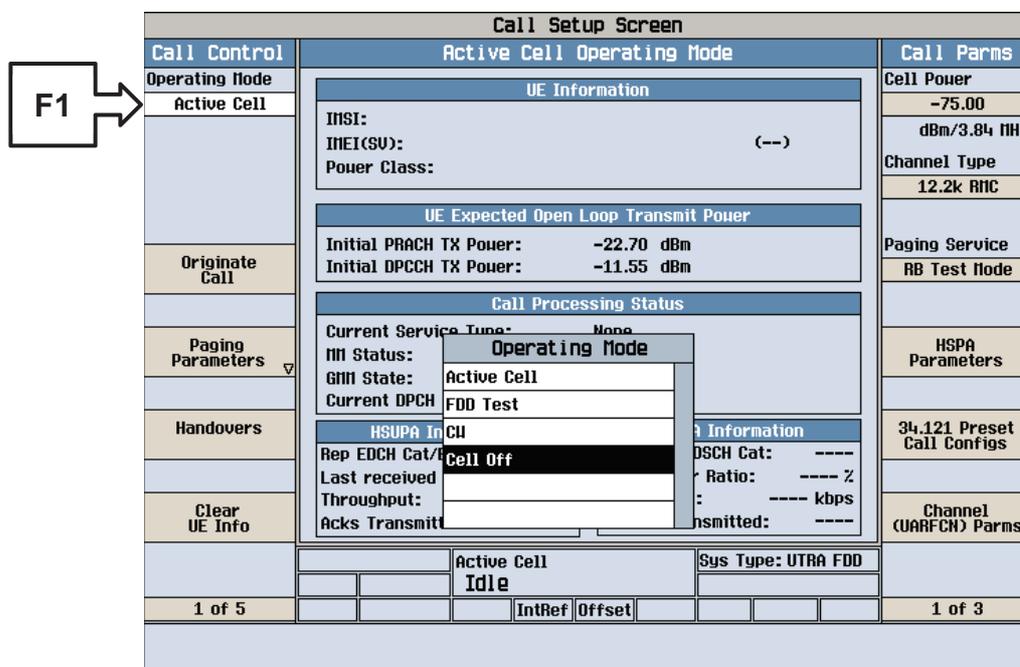


Figura 3.19 Pantalla: Selección del modo de operación de la celda

2. En la sección de funciones del lado izquierdo del equipo, menú *Call Control*, presionar la tecla *More* hasta tener en la pantalla 2 de 5 y seleccionar *Cell Parameters* (F2).
  - Activar la conmutación de paquetes cambiando el parámetro *PS Domain Information*, de *Absent* a *Present*.
  - Para que la celda reconozca el IMSI del USIM a insertar en el EBP, se cambia el valor del parámetro *ATT (IMSI Attach) Flag State* de *No Set* a *Set*.
3. En el menú *Call Control* (2 de 5), seleccionar *Uplink Parameters* (F4).
  - Para establecer el nivel de potencia máximo que el EBP puede transmitir, del parámetro *Maximun Uplink Transmit Power Level*, cambiar el valor de acuerdo a la Clase de Potencia (*Power Class*) del EBP, especificada en la Tabla 2.11

(Capítulo II). Por ejemplo, para un EBP, clase de potencia: 3, cambiar a 24 dBm, como se indica en la Figura 3.20.

Call Setup Screen						
Call Control	Active Cell Operating Mode				Call Parm	
Additional Screens	UE Information				Cell Power	
	IMSI: IMEI(SV): (--) Power Class:				-75.00	
Cell Parameters	UE Expected Open Loop Transmit Power				dBm/3.84 MHz	
Generator Info	Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCH TX Power: -11.55 dBm				Channel Type	
					12.2k RMC	
Uplink Parameters	Uplink Parameters			Value	Paging Service	
	PRACH Preambles			64	RB Test Mode	
UE Rep Meas	PRACH Ramping Cycles(MAX)			2	HSPA Parameters	
	Available Subchannels (Bit Mask)			000000000001	34,121 Preset Call Configs	
Close Menu	Uplink DPCH Scrambling Code			0	Channel (UARFCN) Parm	
	Uplink DPCH Bc/Bd Control			Auto		
	Manual Uplink DPCH Bc			8		
	Manual Uplink DPCH Bd			15		
	Maximum Uplink Transmit Power Level			24 dBm		
	Cell Off			Sys Type: UTRA FDD		
2 of 5			IntRef	Offset		1 of 3

**Figura 3.20 Pantalla: Establecimiento de la potencia de transmisión máxima en *uplink***

4. En la sección de funciones del lado derecho del equipo, en el menú *Call Parm*s, seleccionar *Cell Power* (F7) y cambiar a -50 dBm, por lo explicado en la sección 3.2.2.
5. En el menú *Call Parm*s, seleccionar *Channel (UARFCN) Parm*s (F12).
  - En el submenú *UARFCN Parm*s, cambiar los canales por los deseados, según la Tabla 3.12, tanto en *DL Channel* (F7), como en *Uplink Channel* (F8), como se indica en la Figura 3.21.

**Tabla 3.13 Canales bajo, medio y alto para la Banda II y V**

Canales						
	Banda II			Banda V		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
<b>Uplink</b>	CH 9262	CH 9400	CH 9538	CH 4132	CH 4182	CH 4233
<b>Downlink</b>	CH 9662	CH 9800	CH 9938	CH 4357	CH 4407	CH 4458

Fuente: [8]

Call Setup Screen		
<b>Call Control</b>	<b>Active Cell Operating Mode</b>	<b>UARFCN Parms</b>
<b>Operating Mode</b>	<b>UE Information</b>	<b>DL Channel</b>
<b>Cell Off</b>	IMSI: IMEI(SV): (---) Power Class:	9662
	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b>	<b>Uplink Channel</b>
	Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCH TX Power: -11.55 dBm	9262
<b>Originate Call</b>	<b>Call Processing Status</b>	<b>Band Arbitrator</b>
	Current Service Type: None MII Status: None GMM State: None Current DPCH Offset: 0 chips	Band U1
<b>Paging Parameters</b>	<b>HSUPA Information</b>	<b>Freq Band Ind</b>
	Rep EDCH Cat/Ext: Unrep/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----	On
<b>Handovers</b>	<b>HSDPA Information</b>	<b>Transmit SIB5bis</b>
	Cur UE HS-DSCH Cat: ---- Block Error Ratio: ---- % Throughput: ---- kbps Blocks Transmitted: ----	Std Bands
<b>Clear UE Info</b>	<b>Cell Off</b>	<b>Return</b>
	Sys Type: UTRA FDD	
<b>1 of 5</b>	IntRef Offset	

Figura 3.21 Pantalla: Selección del canal de *downlink* y *uplink*

- En la sección de funciones del lado derecho del equipo, menú *Call Parms*, presionar la tecla *More* hasta tener en la pantalla 3 de 3 y seleccionar *UE Target Power* (F7) para establecer el nivel de potencia máximo que el EBP transmitirá, para ello cambiar el valor de acuerdo a la Clase de Potencia (Power Class) del EBP, este valor debe coincidir con el establecido en el parámetro *Maximun Uplink Transmit Power Level*. Por ejemplo, para un EBP, clase de potencia: 3, cambiar 24 dBm, como se indica en la Figura 3.22.

Call Setup Screen							
Call Control	Active Cell Operating Mode					Call Params	
Operating Mode	UE Information					UE Target Power	
Cell Off	IMSI: IMEI(SV): (---) Power Class:					24 dBm	
	UE Expected Open Loop Transmit Power					UL CL Power Ctrl Parameters	
Originate Call	Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCCH TX Power: 17.45 dBm						
	Call Processing Status					Send Step Up TPC Bit Pattern	
Paging Parameters	Current Service Type: None MII Status: None GMM State: None Current DPCCH Offset: 0 chips						
Handovers	HSUPA Information		HSDPA Information			Send Step Down TPC Bit Pattern	
	Rep EDCH Cat/Ext: Unrep/Unrep		Cur UE HS-DSCH Cat: ----				
	Last received E-TFCI: ----		Block Error Ratio: ---- %				
	Throughput: ---- kbps		Throughput: ---- kbps				
Clear UE Info	Acks Transmitted: ----		Blocks Transmitted: ----			Receiver Control	
	Cell Off				Sys Type: UTRA FDD		
1 of 5			IntRef	Offset			3 of 3

Figura 3.22 Pantalla: Selección de la potencia máxima que el EBP puede soportar

7. Debido a la conectorización de cables se introducen pérdidas, por lo que es necesario compensarlas. Para esto hay que realizar los siguientes pasos:

- En la sección de control, del bloque "SCREENS", presionar la tecla *SYSTEM CONFIG*.
- En el menú *Control*, seleccionar *RF IN/OUT Amptd Offset* (F5).
- En el submenú *RF IN/OUT*, primero cambiar a la frecuencia central según el canal escogido, como se indica en la Tabla 3.13, y después cambiar al valor de compensación (Tabla 3.11).

Tabla 3.14 Frecuencia central para canal bajo, medio y alto para la Banda II y V

		Banda II			Banda V		
		Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
<b>Uplink</b>	Canal	9262	9400	9538	4132	4182	4233
	Frecuencia Central	1852.4 MHz	1880.0 MHz	1907.6 MHz	826.4 MHz	836.4 MHz	846.6 MHz
<b>Downlink</b>	Canal	9662	9800	9938	4357	4407	4458
	Frecuencia Central	1932.4 MHz	1960.0 MHz	1987.6 MHz	871.4 MHz	881.4 MHz	891.6 MHz

8. Cambiar la celda a modo activo.
  - En el menú *Call Control*, seleccionar *Operating Mode (F1)*, escoger *Active Cell*.
9. Insertar la “*UMTS Test USIM Card*” en el EBP, de acuerdo a la ranura que posea, puede ser normal *USIM*, micro *USIM* o nano *USIM*.
10. Conectar el EBP utilizando el diagrama básico de conexión o el diagrama conjunto de conexión (dependiendo de la prueba que se va a realizar).
11. Encender el EBP, o de ser el caso desactivar el modo “avión” (redes inalámbricas desconectadas) y esperar a que se produzca el enganche desde el EBP hacia el equipo “*Wireless Communications Test Set*”.

Cuando el EBP está enganchado, el equipo “*Wireless Communications Test Set*” reconoce el IMSI y, además, detecta su IMEI y la clase de potencia, y pasa al estado de reposo (*Idle*), tal como se muestra en la Figura 3.23.

Call Setup Screen										
Call Control	Active Cell Operating Mode							Call Parms		
Operating Mode	Active Cell							Cell Power	-75.00	
Active Cell	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">           UE Information            IMSI: 001012345678901            IMEI(SU): 354636050000978 (---)            Power Class: 3         </div>							dBm/3.84 MHz	Channel Type	
	UE Expected Open Loop Transmit Power Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCCCH TX Power: 17.45 dBm							12.2k RMC	Paging Service	
Originate Call	Call Processing Status Current Service Type: None RIM Status: IMSI Attached GMM State: Attached Current DPCH Offset: 0 chips							RB Test Mode		
Paging Parameters	HSPA Information Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----							HSPA Parameters		
Handovers	HSDPA Information Cur UE HS-DSCH Cat: 14 Block Error Ratio: ---- % Throughput: ---- kbps Blocks Transmitted: ----							34.121 Preset Call Configs		
Clear UE Info	Active Cell Idle							Channel (UARFCH) Parms		
	Sys Type: UTRA FDD									
1 of 5	IntRef	Offset	R	T			1 of 3			

Figura 3.23 Pantalla: EBP ya enganchado y en reposo (*Idle*)

En la Figura 3.23, se observa claramente en el bloque de *Información del proceso de la llamada* que el estado del *MM Status*<sup>46</sup> es *IMSI Attached*, lo cual indica que el EBP ha sido registrado en la red, también que el estado del *GMM*<sup>47</sup> *State* es *Attached*, lo que indica que el proceso de enganche ha sido completado satisfactoriamente.

También se puede observar en el bloque *HSDPA Information*, que la categoría del EBP es 14, lo cual ratifica que el EBP es HSPA+ alcanzando 21 Mbps en *downlink*.

12. Finalmente, para realizar una conexión de voz o de datos, en el menú *Call Parms*, seleccionar *Paging Service* (F9), y escoger *AMR Voice*<sup>48</sup> para establecer una llamada de voz, pero si se desea una conexión de datos, escoger *RB Test Mode*<sup>49</sup>, como se indica en la Figura 3.24.

Call Setup Screen		
Call Control	Active Cell Operating Mode	Call Parms
Operating Mode	<b>UE Information</b> IMSI: 001012345678901 IMEI(SU): 354636050000978 (--) Power Class: 3	Cell Power
Active Cell		-75.00 dBm/3.84 MHz
Originate Call	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b> Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCCCH TX Power: 17.45 dBm	Channel Type
		12.2k RNC
Paging Parameters	<b>Call Processing Status</b> Current Service Type: None MM Status: <b>Paging Service Type</b> GMM State: RB Test Mode Current DPCH: AMR Voice	Paging Service
		RB Test Mode
Handovers	<b>HSUPA Information</b> Rep EDCH Cat/Mod: Last received: Throughput: Acks Transmitted:	HSPA Parameters
Clear UE Info	Active Cell: Idle Sys Type: UTRA FDD	34.121 Preset Call Configs
		Channel (UARFCH) Parms
1 of 5	IntRef Offset T	1 of 3

Figura 3.24 Pantalla: Selección del tipo de servicio (tipo de conexión)

<sup>46</sup> *Mobility Management*: Indica si el EBP ha sido registrado.

<sup>47</sup> *GPRS Mobility Management*: Indica el resultado del más reciente enganche o desenganche GPRS.

<sup>48</sup> Adaptive Multi-Rate Voice: codificación de voz para UMTS

<sup>49</sup> Radio Bearer Test Mode: Modo de Prueba de la Portadora de Radio

### 3.2.5.1.3. Establecimiento de una conexión HSDPA

Una conexión de datos HSDPA se la realiza de acuerdo a la categoría del EBP; y se deben configurar diferentes parámetros y valores según la Tabla 3.14, la cual se indica a continuación:

**Tabla 3.15 Parámetros a configurar, según la categoría del EBP**

Categoría del EBP	Número de HS-PDSCHs activos	Tipo de Modulación	Transport Block Size Index $k_i$ (Corresponding Transport Block Size)	Inter-TTI Interval	Número de procesos HARQ	User Defined Explicit UE IR Buffer Size (per HARQ process)	Nominal Avg. Inf. Bit Rate
1	5	16QAM	48 (7298 bits)	3	2	19200/2=9600	1.22 Mbps
2	5	16QAM	48 (7298 bits)	3	2	28800/2=14400	1.22 Mbps
3	5	16QAM	48 (7298 bits)	2	3	28800/3=9600	1.83 Mbps
4	5	16QAM	48 (7298 bits)	2	3	38400/3=12800	1.83 Mbps
5	5	16QAM	48 (7298 bits)	1	6	57600/6=9600	3.65 Mbps
6	5	16QAM	48 (7298 bits)	1	6	67200/6=11200	3.65 Mbps
7	10	16QAM	48 (14411 bits)	1	6	115200/6=19200	7.21 Mbps
8	10	16QAM	48 (14411 bits)	1	6	134400/6=22400	7.21 Mbps
9	15	16QAM	44 (20251 bits)	1	6	172800/6=28800	10.13 Mbps
10	15	16QAM	62 (27952 bits)	1	6	172800/6=28800	13.976 Mbps
11	5	QPSK	48 (3630 bits)	2	3	14400/3=4800	908 kbps
12	5	QPSK	48 (3630 bits)	1	6	28800/6=4800	1.82 Mbps
13	15	64QAM	52 (35280 bits)	1	6	259200/6=43200	17.640 Mbps
14	15	64QAM	62 (42192 bits)	1	6	259200/6=43200	21.096 Mbps
21	15	16QAM	52 (23370 bits)	1	6	345600/2/6=28800	23.4 Mbps (dos celdas combinadas)
22	15	16QAM	62 (27952 bits)	1	6	345600/2/6=28800	28 Mbps (dos celdas combinadas)
23	15	64QAM	52 (35280 bits)	1	6	518400/2/6=43200	35.3 Mbps (dos celdas combinadas)
24	15	64QAM	62 (42192 bits)	1	6	518400/2/6=43200	42.2 Mbps (dos celdas combinadas)

Fuente: [10]

Antes de configurar una conexión HSDPA, en el menú *Call Params*, se debe seleccionar *34.121 Preset Call Configs* para seleccionar el literal correspondiente a cada prueba que se desee realizar. Después, se prosigue con la configuración que se indica a continuación.

Los parámetros de la Tabla 3.14, se explicaron en el Capítulo 2. Para establecer los parámetros necesarios de una conexión de datos se deben seguir los siguientes pasos:

1. Establecer una conexión siguiendo todos los pasos indicados en la sección 3.2.5.1.2.
2. Conocida la categoría del EBP, dato que se obtiene al momento de que el EBP se encuentra enganchado, se debe configurar el número de HS-PDSCHs de la siguiente manera:
  - Regresar a la pantalla inicial.
  - Cambiar la celda a modo apagado.
  - En el menú *Call Control (2 de 5)*, seleccionar *Generator Info (F3)*.
  - En el submenú *Gen Info*, seleccionar *HSDPA Dowlink Channel Configs (F4)*.
  - En el submenú *DL Config*, seleccionar *DL Chan Code Preset Configs (F5)*.
  - En el menú desplegado (*DL Chan Code Preset Configs*), seleccionar la configuración *34.121 Tables E.6.2.3,4*, según la categoría del EBP, como se indica en la Figura 3.25.
  - Cambiar la celda a modo activo.
  - Desactivar el modo “avión” (redes inalámbricas desconectadas) y esperar a que se produzca el enganche, desde el EBP hacia el equipo “*Wireless Communications Test Set*”.

Call Setup Screen						
DL Config	Generator Information				Call Parms	
Additional Gen Info Screens	Primary Scrambling Code: 0				Cell Power	
Conn S-CCPCH Cfg	Downlink Code Channel Information				-75.00	
On	Channel	Current Level (dB)	Desired Level (dB)	QUSF	Chan Code	dBm/3.84 MHz
HS-SCCH Configs	CPICH:	Off	-3.30	256	0	Channel Type
	P-CCPCH/SCH:	Off	-5.30	256	1	12.2k RNC
	S-CCPCH:	Off	-10.30	64	2	Paging Service
	PICH:	Off	-8.30	256	2	RB Test Mode
	AICH:	Off	-9.90	256	3	
	(F-)DPCH:	Off	Off	128	7	
	DL Chan Code Preset Configs					
HSDPA/HSPA DCNS Configs	34.121 Table E.6.1.1 (Non-HSDPA)				HSPA Parameters	
	34.121 Tables E.6.2.1,2 (HSDPA 10 HS-PDSCHs)					
	34.121 Tables E.6.2.3,4 (HSDPA 15 HS-PDSCHs)					
DL Chan Code Preset Configs	34.121 Tables E.6.3.1,2 (E-DCH 5 HS-PDSCHs)				34.121 Preset Call Configs	
	Compressed mode with 384k DL DPCH (Non-HSDPA)					
Close Menu					Channel (UARFCN) Parms	
	Cell Off			Sys Type: UTRA FDD		
		IntRef	Offset			
						1 of 3

Figura 3.25 Pantalla: Selección de la configuración HSDPA, según la categoría del EBP

- En el menú *Call Parms*, seleccionar *HSPA Parameters* (F10).
  - En el submenú *HSPA Parms*, seleccionar *HSDPA Parameters* (F10).
  - En el submenú *HSPDA Parms*, seleccionar *HSDPA RB Test Mode Setup* (F8).
  - En el submenú *RB Tm Setup*, seleccionar *HSDPA RB Test Mode Settings* (F8).
- Del menú desplegado (*HSDPA RB Test mode Settings*), configurar los siguientes parámetros:
  - Para el parámetro *RB Test HS-DSCH Configuration Type*, cambiar el valor de *FRC* a *User Defined*. Se habilita las opciones para realizar las configuraciones, como se indica en la Figura 3.26.
  - Si el EBP es categoría 14, quiere decir que soporta la mejora de la capa MAC. Para el parámetro *RB Test User Defined HS-DSCH MAC Entity*, cambiar de *MAC-hs* a *MAC-ehs*<sup>50</sup> y escoger modulación 64QAM. Si el EBP no soporta, se debe mantener el valor en *MAC-hs*.

<sup>50</sup> *MAC-ehs* (MAC-enhanced high speed): Capa MAC mejorada para alta velocidad

Call Setup Screen			
Call Control	Active Cell Operating Mode		RB Tm Setup
	<b>UE Information</b> IMSI: 001012345678901 IMEI(SV): 354707050024266 (--) Power Class:		
	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b> Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCCH TX Power: 17.45 dBm		HSDPA RB Test Mode Settings ▾  HSDPA Pattern Parameters ▾
	<b>HSDPA RB Test Mode Settings</b>		
		<b>Value</b>	
	RB Test HS-DSCH Configuration Type	User Defined	
	FRC Type	H-set 1 QPSK	
	FRC MAC-d PDU Size	Maximize	
	RB Test User Defined HS-DSCH MAC Entity	MAC-hs	
	RB Test User Defined 64QAM State	Off	
	RB Test User Defined HS-DSCH TB Size Table	Octet Aligned	
	RB Test User Defined Active HS-PDSCHs	5	
	RB Test User Def Transport Block Size Index	62	
Close Menu			Return
	Active Cell	Sys Type: UTRA FDD	
	Idle		
	IntRef	Offset	

**Figura 3.26 Pantalla: Selección del modo manual para habilitar los parámetros HSDPA**

5. La configuración de los demás parámetros se realizan según la categoría a la que el EBP pertenece. Para la configuración se considera los datos de la Tabla 3.14.
6. Una vez configurados estos parámetros, para obtener la tasa de datos que el EBP soporta, es necesario escoger el tipo de tecnología con la cual trabajará la celda:
  - En el menú *Call Params*, seleccionar *Channel Type* (F8) y escoger *12.2k RMC<sup>51</sup> + HSDPA*.
7. Originar la llamada.
  - En el menú *Call Control*, seleccionar *Originate Call* (F3). La Figura 3.27 indica que la conexión ha sido establecida.

<sup>51</sup> Reference Measurement Channel: Los Canales de Medición de Referencia son un conjunto de configuraciones de capas 1 y 2 que proporcionan un comportamiento estable y predecible para las pruebas de radio definido.

Call Setup Screen						
Call Control	Active Cell Operating Mode				Call Parms	
Operating Mode	<b>UE Information</b> IMSI: 001012345678901 IMEI(SV): 354707050024266 (--) Power Class:				Cell Power	
Active Cell					-50.00	
	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b> Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCH TX Power: 17.45 dBm				dBm/3.84 MHz	
					Channel Type	
	<b>Call Processing Status</b> Current Service Type: RB Test Node - HSDPA MII Status: IMSI Attached GMM State: Attached Current DPCH Offset: 0 chips				12.2k + HSDPA	
End Call					Paging Service	
	<b>HSUPA Information</b> Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----				RB Test Mode	
Paging Parameters					HSPA Parameters	
	<b>HSDPA Information</b> Cur UE HS-DSCH Cat: 10 Block Error Ratio: 7 % Throughput: 12874 kbps Blocks Transmitted: 16500				34,121 Preset Call Configs	
Handovers					Channel (UARFCN) Parms	
	<b>Active Cell</b> Connected				Sys Type: UTRA FDD	
Clear UE Info					1 of 5	
	IntRef Offset				1 of 3	

Figura 3.27 Pantalla: Conexión HSDPA establecida

A continuación, se presenta un ejemplo de configuración para una conexión HSDPA+, para lo cual se tomó un EBP categoría 14, con el cual se podría alcanzar teóricamente, 21 Mbps.

Siguiendo los pasos del numeral 3, en el menú desplegado *HSDPA RB Test mode Settings*, se configuran los parámetros según la Tabla 3.14:

- Para el parámetro *RB Test User Defined HS-DSCH MAC Entity*, cambiar de *MAC-hs* a *MAC-ehs*
- Para el parámetro *RB Test User Defined 64QAM State*, cambiar de *Off* a *On*.
- Para el parámetro *RB Test User Defined Active HS-PDSCHs*, se deja en 15.
- Para el parámetro *RB Test User Def Transport Block Size Index*, cambiar a 62.
- Para el parámetro *RB Test User Defined Modulation Type*, cambiar de *QPSK* a *64QAM*.
- Para el parámetro *RB Test User Defined Inter-TTI Interval*, cambiar de 3 a 1.
- Para el parámetro *RB Test User Defined HARQ Processes*, cambiar de 2 a 6.

- Para el parámetro *RB Test User Defined UE IR Buffer Allocation*, cambiar de *Implicit* a *Explicit*.
- Para el parámetro *RB Test User Defined Explicit UE IR Buffer Size*, cambiar de *19200* a *40000*.

#### 3.2.5.1.4. Establecimiento de una conexión HSPA

Para establecer una conexión de datos HSPA se debe realizar una conexión HSDPA en conjunto con una conexión HSUPA, por lo que de inicio es necesario establecer una conexión (sección 3.2.4.1.2) y luego establecer una conexión HSDPA (sección 3.2.4.1.3); para finalmente configurar la conexión HSUPA, como se presenta a continuación:

1. En el menú *Call Params*, seleccionar *HSPA Parameters* (F10).
  - En el submenú *HSPA Params*, seleccionar *HSUPA Parameters* (F9).
  - En el submenú *HSUPA Params*, seleccionar *HSUPA RB Test Mode Setup* (F8).
2. En el menú desplegado (*HSUPA RB Test mode Settings*), configurar los siguientes parámetros:
  - Para el parámetro *RB E-DPDCH Max Channel Codes (12.2k + HSPA)*, cambiar de *2SF4* a *2SF2*.
  - Para el parámetro *E-DCH RLC SDU Size*, cambiar de *2936* al máximo *35232* para obtener la máxima tasa de datos en HSUPA, como se indica en la Figura 3.28.

Call Setup Screen										
Call Control	Active Cell Operating Mode						HSUPA Parms			
Close Menu	UE Information						HSUPA RB Test Node Setup ▾			
	IMSI:		001012345678901							
	IMEI(SV):		354707050024266 (--)							
	Power Class:									
	UE Expected Open Loop Transmit Power						Common HSUPA Parameters ▾			
	Initial PRACH TX Power:		-52.70 dBm							
	Initial DPCCH TX Power:		17.45 dBm							
	HSUPA RB Test Mode Settings					Value		Serving Grant		
	RB Test Mode E-RGCH Information State					Off				
	RB E-DPDCH Max Channel Codes (12.2k + HSPA)					2SF2		E-TFCI Recording		
RB E-DPDCH Max Channel Codes (HSPA)					2SF2 + 2SF4					
E-DCH RLC SDU Size					35232		Return			
							1 of 2			
			Active Cell Idle			Sys Type: UTRA FDD				
			IntRef   Offset							

Figura 3.28 Pantalla: Establecimiento E-DCH para obtener la máxima tasa de datos

- Del mismo menú desplegado (*HSUPA Parms*), seleccionar *Common HSUPA Parameters* (F9) y configurar lo siguiente:
  - Si el EBP lo permite, para el parámetro *E-DCH TTI* cambiar de  $10ms$  a  $2ms$ <sup>52</sup>.
  - Se pueden configurar los demás parámetros según la clase de terminal y la tasa de datos que soporte.

Por ejemplo, se puede activar *E-DCH 16QAM State*, para que ocupe la modulación de 16QAM, como se indica en la Figura 3.29.

<sup>52</sup> Especificado en el Release 6, un TTI de 2ms acelera la programación de paquetes y reducir la latencia. Dentro de HSUPA, sólo UE de categoría 2, 4 y 6 soportan un TTI de 2ms.

Call Setup Screen			
Call Control	Active Cell Operating Mode	HSUPA Parms	
Close Menu	<b>UE Information</b> INSI: 001012345678901 INEI(SU): 354707050024266 (--) Power Class:		HSUPA RB Test Node Setup
	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b> Initial PRACH TX Power: -52.70 dBm Initial DPCCCH TX Power: 17.45 dBm		
	<b>HSUPA Common Service Parameters</b>		Serving Grant
	E-DCH TTI	2 ms	
	E-DCH 16QAM State	On	
	E-DPCCH/DPCCCH Power Offset (DeltaE-DPCCH)	0	Return
	E-TFCI Table Index (10 ms TTI)	0	
	E-TFCI Table Index (2 ms TTI)	0	1 of 2
	E-TFCI Table Index (2 ms TTI with 16QAM)	2	
	E-DCH Minimum Set E-TFCI Information State	On	
E-DCH Minimum Set E-TFCI (10ms TTI)	9		
Active Cell		Sys Type: UTRA FDD	
Idle			
IntRef Offset			

Figura 3.29 Pantalla: Selección y activación de la modulación 16QAM

- Para escoger el tipo de tecnología, con la cual la celda trabajará, cambiar el tipo de canal como sigue:
  - En el menú *Call Parms*, seleccionar *Channel Type* (F8) y escoger *12.2k RMC + HSPA* con las teclas de navegación, como se indica en la Figura 3.30.

Call Setup Screen		
Call Control	Active Cell Operating Mode	Call Parms
Operating Mode	<b>UE Information</b> INSI: 001012345678901 INEI(SU): 354707050024266 (--) Power Class:	
Active Cell	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b> Initial PRACH TX Power: -52.70 dBm Initial DPCCCH TX Power: 17.45 dBm	
Originate Call	<b>Call Processing Status</b> Current Service Type: None MM Status:	
Paging Parameters	<b>Channel Type</b> MM State: 12.2k UL / 144k DL AM RNC Current DPCC 12.2k UL / 384k DL AM RNC HSUPA In 64k UL / 384k DL AM RNC	
Handovers	Rep EDCH Cat: 12.2k RNC + HSDPA Last received Throughput: 12.2k RNC + HSPA Acks Transmitted: HSPA	
Clear UE Info	DSCH Cat: 10 Ratio: 6 Z : 13008 kbps rmitted: 6500	
Active Cell		Sys Type: UTRA FDD
Idle		
IntRef Offset		
1 of 5	1 of 3	

Figura 3.30 Pantalla: Selección del tipo de tecnología HSPA

En la Figura 3.31, se presenta la pantalla cuando se ha establecido una conexión HSPA.

Call Setup Screen			
Call Control	Active Cell Operating Mode		Call Params
Operating Mode	UE Information		Cell Power
Active Cell	IMSI: 001012345678901 IMEI(SV): 353154050011673 (--) Power Class: 3		-75.00
	UE Expected Open Loop Transmit Power		dBm/3.84 MHz
	Initial PRACH TX Power: -22.70 dBm Initial DPCC TX Power: -5.00 dBm		Channel Type
End Call	Call Processing Status		HSPA
	Current Service Type: RB Test Mode - HSPA M1 Status: IMSI Attached GMM State: Attached Current DPCH Offset: 0 chips		Paging Service
Paging Parameters	HSUPA Information		RB Test Mode
	Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep Last received E-TFCI: 127 Throughput: 5738 kbps Acks Transmitted: 42222		HSPA Parameters
Handovers	HSDPA Information		34,121 Preset Call Configs
	Cur UE HS-DSCH Cat: 10 Block Error Ratio: 0 % Throughput: 7468 kbps Blocks Transmitted: 42000		Channel (UARFCH) Params
Clear UE Info	Active Cell Connected		
	Sys Type: UTRA FDD		
1 of 5	IntRef	Offset	1 of 3

Figura 3.31 Pantalla: Conexión establecida HSPA (HSDPA+ HSUPA)

### 3.2.5.2. Mediciones para HSPA+

En el capítulo anterior se plantearon las pruebas a realizar. Tomando en cuenta esta información, se realizará la configuración para obtener las mediciones respectivas.

Las mediciones que se realizarán a continuación serán en el enlace de bajada únicamente, dado que los terminales que se presentaron para ser homologados solo soportan HSDPA+, al ser categoría 14; por lo tanto, todas las mediciones que se realizarán son luego de haber establecido la conexión (sección 3.2.5.1.2) y establecido una conexión HSDPA (sección 3.2.5.1.3).

Las principales consideraciones para la realización de las distintas mediciones son:

- Todas las mediciones se realizarán en canal bajo, medio y alto, para las Bandas II y V.

- La potencia durante las mediciones será -50 dBm/3.84 MHz.
- Las mediciones se realizarán de forma conducida, es decir el EBP está conectado directamente a la Jaula de Faraday y ésta a su vez al equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
- La Jaula de Faraday durante toda la conexión debe estar totalmente cerrada, para evitar que se introduzcan señales externas.
- Las mediciones se realizarán en condiciones ambientales normales de acuerdo a la Tabla 3.4 (sección 3.2.3.1).
- La carga mínima de batería del EBP será 90%.
- Para las cinco primeras mediciones se utilizará el diagrama básico de conexión y para la medición de emisiones espurias se utilizará el diagrama conjunto de conexión.
- Por cada diagrama de conexión, se compensarán las pérdidas respectivas.

#### 3.2.5.2.1. Tasa de datos efectiva (*throughput*)

La medición se basa en la categoría del EBP; como se mencionó anteriormente, para HSPA+, la categoría mínima es 14, con lo cual se obtendría una tasa de datos (teórica) en el DL de 21 Mbps.

A pesar de que en el laboratorio el ambiente de pruebas es controlado, con el equipo “*Wireless Communications Test Set*” si se tiene la emulación de condiciones reales, por ende existen errores de en la transmisión. La tasa de datos efectiva o *throughput* es la relación entre los bits de información válidos y el total de bits transmitidos.

Cabe mencionar que esta medición no está definida en el estándar 3GPP, por lo que ésta es una medida adicional incluida en el protocolo para determinar la cantidad de errores a la máxima tasa de datos.

Esta medición es visible cuando se ha establecido satisfactoriamente la conexión HSDPA entre el EBP y el “*Wireless Communications Test Set*”, lo cual se indica en

la pantalla principal del equipo; donde se presenta la categoría del EBP, la tasa de datos efectiva que soporta, la tasa de bloques errados y los bloques transmitidos.

La conexión ya establecida y tasa de datos efectiva que el EBP soporta, se indica en la Figura 3.32.

Call Setup Screen						
Call Control	Active Cell Operating Mode					UARFCN Parms
Operating Mode	UE Information					DL Channel
Active Cell	INSI: 001012345678901 INEI(SU): 355858040295026 (--) Power Class: 3					4458
	UE Expected Open Loop Transmit Power					Uplink Channel
End Call	Initial PRACH TX Power: -60.00 dBm Initial DPCCCH TX Power: 17.45 dBm					4233
	Call Processing Status					Band Arbitrator
Paging Parameters	Current Service Type: RB Test Mode - HSDPA MN Status: INSI Attached GMM State: Attached Current DPCH Offset: 0 chips					Band 01
Handovers	HSUPA Information		HSDPA Information			Freq Band Ind
	Rep EDCH Cat/Ext:	6/Unrep	Cur UE HS-DPCCH Cat:	14		On
	Last received E-TFCI:	----	Block Error Ratio:	0 %		Transmit SIB5bis
Clear UE Info	Throughput:	---- kbps	Throughput:	18833 kbps		Std Bands
	Acks Transmitted:	----	Blocks Transmitted:	14500		Return
	Active Cell			Sys Type: UTRA FDD		
	Connected					
1 of 5		IntRef	Offset	T		

**Figura 3.32 Pantalla: Medición de Tasa de datos efectiva**

#### 3.2.5.2.2. Potencia de salida máxima con HS-DPCCH (Release 6 y posteriores)

Para realizar la medición de potencia de salida, se deben seguir los siguientes pasos:

1. En el menú *Call Parms*, seleccionar *34.121 Preset Call Configs (F11)* y seleccionar *5.2A, 5.2AA, 5.9A, 5.10A: HSDPA*.
2. En el menú desplegado, seleccionar el *Sub-test 1*; cada sub-test con sus parámetros están definidos en la Tabla 2.11 (Capítulo 2).
3. De la sección de menús principales, presionar la tecla *Measurement Selection*.

4. En el submenú desplegado de medidas, seleccionar *Channel Power* para obtener la medición, la cual se indica en la Figura 3.33:

Measurement/Instrument Screen									
Control	Channel Power						Call Parm		
Channel Power Setup ▾	Minimum		Maximum		RFC: Off		Cell Power		
	22.21 dBm		23.67 dBm				-50.00		
Calibrate Measurements	Average		Std Dev		Single		Channel Type		
	23.39 dBm		0.46 dB		100 / 100		12.2k + HSDPA		
							Paging Service		
							RB Test Mode		
							HSPA Parameters		
							34.121 Preset Call Configs ▾		
							Channel (UARFCH) Parm		
			Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD				
1 of 2				IntRef	Offset				1 of 3

**Figura 3.33 Pantalla: Medición de Potencia del Canal**

5. Seleccionar *Channel Power Setup* (F1) y cambiar los siguientes parámetros:
- De *Multi-Measurement Count* a *100*, así se define en 100 el número de mediciones que el equipo realizará.
  - De *Trigger Arm* a *single*, así se cambia el disparo para obtener una media promediada, una vez tomadas las 100 mediciones.

### 3.2.5.2.3. Error de frecuencia

En el submenú de medidas desplegado, seleccionar *Frequency Stability* para obtener la medición, la cual se indica en la Figura 3.34.

Para cambiar los parámetros de la medición, seleccionar *Frequency Stability Setup* (F1), y al igual como en la medición de potencia en el parámetro *Multi-Measurement*

Count cambiar de *off* a *100* y en el parámetro *Trigger Arm* cambiar de *continuous* a *single*.

Measurement/Instrument Screen									
Control	Frequency Stability							Call Parms	
Frequency Stability Setup ▾				Minimum	Maximum	Average		Cell Power	
	Freq Error (Hz)			19953	27620	24617		-50.00	
	Frequency (MHz)			846.620	846.628	846.625		dBm/3.84 MHz	
	Worst Frequency Error:			32.62 ppm		Channel Type			
	100 / 100			Single		12.2k + HSDPA			
						Paging Service			
						RB Test Mode			
						HSPA Parameters			
						34.121 Preset Call Configs ▾			
						Channel (UARFCH) Parms			
			Active Cell Connected			Sys Type: UTRA FDD			
1 of 2			IntRef	Offset					1 of 3

Figura 3.34 Pantalla: Medición de Error de Frecuencia

#### 3.2.5.2.4. Ancho de banda ocupado

En el submenú de medidas desplegado, seleccionar *Occupied Bandwidth*, para obtener la medición, la cual se indica en la Figura 3.35; también se pueden cambiar algunos parámetros de esta medición en el submenú que se desplegará al presionar *Occupied BW Setup* (F1). Se puede obtener una media promediada cambiando el número de mediciones a *100* en *Multi-Measurement Count*, al igual que el *Trigger Arm* se debe cambiar a *Single*, una vez tomadas todas las mediciones que se configuraron.

Measurement/Instrument Screen									
Control		Occupied Bandwidth						Call Params	
Occupied BW Setup ▾		Minimum			Maximum			Cell Power	
		4.110 MHz			4.169 MHz			-50.00	
		Average			Std Dev			dBm/3.84 MHz	
		4.147 MHz			0.011 MHz			12.2k + HSDPA	
Calibrate Measurements		100 / 100			Single			Paging Service	
								RB Test Mode	
								HSPA Parameters	
								34.121 Preset Call Configs ▾	
								Channel (UARFCN) Params	
		Active Cell Connected				Sys Type: UTRA FDD			
1 of 2				IntRef	Offset				1 of 3

**Figura 3.35 Pantalla: Medición de Ancho de Banda Ocupado**

#### 3.2.5.2.5. Máscara de emisión espectral

En el submenú de medidas desplegado, seleccionar *Spectrum Emission Mask* para obtener la medición.

Esta medida se la puede tomar en forma gráfica, como se indica en la Figura 3.36 y numérica, como se indica en la Figura 3.37, según el requerimiento. Además, se puede configurar el equipo para tener los límites adicionales que la norma establece.

Al igual que en las mediciones anteriores, se puede obtener una media promediada cambiando la configuración en el submenú *SEM Setup* (F1).





Measurement/Instrument Screen									
Control		Adjacent Channel Leakage Ratio						Call Params	
ACLR Setup ▾			Max (dBc)	Avg (dBc)	S Dev (dB)			Cell Power	
		-5 MHz Offset	-41.45	-41.81	0.19			-50.00	
		+5 MHz Offset	-44.31	-44.70	0.20			dBm/3.84 MHz	
Change View		-10 MHz Offset	-55.01	-56.00	0.39			Channel Type	
		+10 MHz Offset	-60.60	-61.23	0.29			12.2k + HSDPA	
		100 / 100		Single				Paging Service	
									RB Test Mode
Calibrate Measurements									HSPA Parameters
									34.121 Preset Call Configs ▾
									Channel (UARFCN) Params
		Active Cell Connected			Sys Type: UTRA FDD				
1 of 2			IntRef	Offset	T				1 of 3

**Figura 3.39 Pantalla: Tasa de Potencia Interferente (forma numérica)**

### 3.2.5.2.7. Emisiones Espurias

La medida de emisiones espurias se realizará en el analizador de espectros, el cual se debe configurar para tomar la medida en los rangos que la norma establece.

El equipo "EXA Signal Analyzer", tiene una función especial que permite realizar medición de emisiones espurias para WCDMA/HSPA+ la cual se utilizará, ya que viene precargada con los rangos de frecuencias que establece la norma.

Para realizar las mediciones de emisiones espurias, se deben seguir los siguientes pasos:

1. En el menú *Analyzer Setup* presionar la tecla *Mode* y seleccionar *W-CDMA with HSPA+*.
2. En el menú *Analyzer Setup*, presionar la tecla *Meas* y en pantalla se presentarán algunas medidas; seleccionar la opción *Spurious Emissions*.

3. Se pueden agregar rangos adicionales, para eso se debe seleccionar *Range Table* y añadir los rangos de frecuencia.

En la Figura 3.40, se puede ver la pantalla que aparece con la tabla con la lista de mediciones, y además en la parte superior izquierda se indica el resultado (*PASS* o *FAIL*). En el menú *Range Table* se pueden ir agregando rangos adicionales.

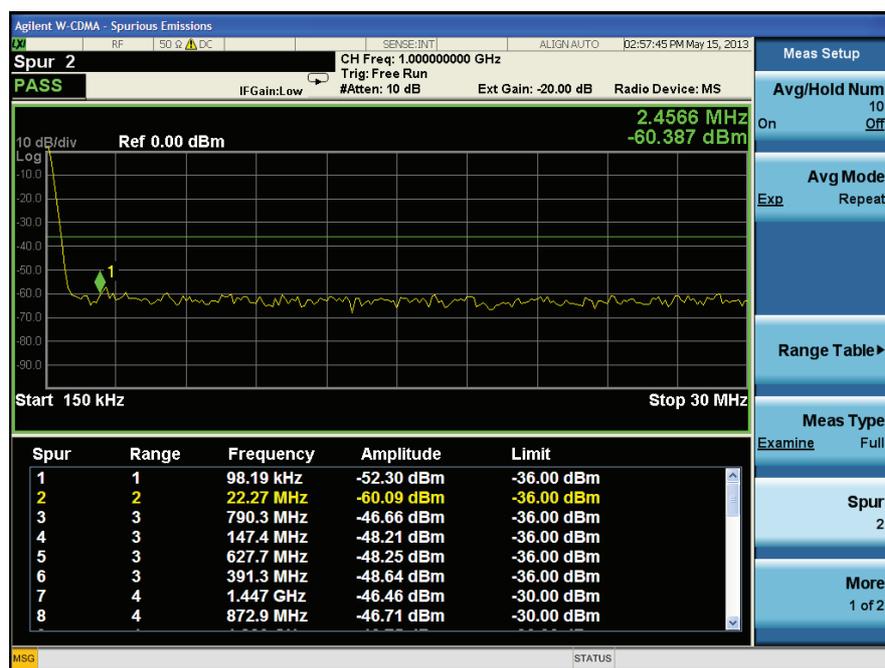


Figura 3.40 Pantalla: Medición de Emisiones Espurias

Otra forma de verificar las emisiones espurias, sino se dispone de un analizador que cuente con la medida de *Spurious Emissions*, es ir introduciendo cada rango que la norma establece.

### **3.3. REPORTE TÉCNICO DE PRUEBAS**

La presentación de los resultados de las distintas mediciones se enmarca en un reporte técnico de pruebas.

El reporte técnico de pruebas para HSPA+ que se presenta a continuación es una versión completa de un reporte técnico definitivo que se propone incluir en el proceso de homologación; a fin de tener un documento que refleje todos los resultados obtenidos al realizar las pruebas y mediciones.

El reporte técnico será único por clase, marca y modelo, y será emitido por el laboratorio de la SUPERTEL, previo a la entrega del respectivo certificado de homologación, y ha sido desarrollado sobre la base de la experiencia de ensayos realizados en el laboratorio. El reporte, de inicio presenta la información básica del EBP, luego información de identificación del laboratorio y del solicitante; continua con un resumen de resultados de pruebas, descripción técnica del equipo terminal, al cual se han aplicado las distintas pruebas, además indica de forma entendible todas las mediciones realizadas con sus respectivas metodologías, diagramas, equipos de pruebas utilizados, presentación de todos los resultados, tanto de forma numérica, como gráfica (de ser el caso); y finaliza con las fotografías del EBP.

El formato del reporte técnico de pruebas se presenta a continuación, siendo el resultado de aplicar el protocolo a la primera de las diez muestras, los nueve reportes restantes, como lo vería el usuario final, se presentan en formato digital en el Anexo E.

### 3.3.1. PRESENTACIÓN DEL REPORTE

#### **REPORTE TÉCNICO DE PRUEBAS**

**Tecnología HSPA+**

**Para**

**Teléfono Celular**

**Clase:** Terminal para el Servicio Móvil Avanzado

**Marca:** BLACKBERRY

**Modelo:** RFL111LW

**Modelo Comercial:** BLACKBERRY Q10

**Identificativo SUPERTEL:** SMA-HT01234

**Tipo de reporte:** ORIGINAL

**Número de reporte:** 2013-01234



**Estándar aplicado:**

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification (3GPP TS 34.121-1 version 9.3.0 Release 9)

**Nota:**

Los resultados expuestos en este *Reporte Técnico de Pruebas* son válidos solo para el equipo especificado en este reporte. Este reporte no puede ser reproducido parcial o totalmente sin autorización.

### 3.3.2. LABORATORIO DE PRUEBAS

#### 3.3.2.1. Información del laboratorio

**Nombre:** LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN DE LA SUPERTEL  
**Pertenece a:** Área Técnica de Homologación,  
Dirección Nacional de Certificación de Equipos de  
Telecomunicaciones e Investigación  
**Dirección:** 9 de Octubre N27-27 y Berlín, Edificio Matriz, 5to piso  
**Teléfonos:** (593 2) 2946 400 ext. 1251  
**Página Web:** <http://www.supertel.gob.ec/>  
**Ciudad:** Quito - Ecuador

#### 3.3.2.2. Condiciones ambientales de pruebas

**Temperatura ambiente:** +15°C a +35°C  
**Humedad relativa ambiente:** 20 – 75 %

#### 3.3.2.3. Fechas de pruebas y realización del reporte técnico

**Fecha de recepción de solicitud:** (2013 / 02 / 18)  
**Fecha de inicio de pruebas:** (2013 / 02 / 19)  
**Fecha de finalización de pruebas:** (2013 / 02 / 22)  
**Fecha de inicio de reporte técnico:** (2013 / 02 / 25)  
**Fecha de finalización de reporte técnico:** (2013 / 02 / 26)

#### 3.3.2.4. Resultado general

**Resultado de las pruebas:** APROBADO



### 3.3.4. RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Tabla 1 Resumen de resultados de pruebas

MEDICIÓN NÚMERO	SECCIÓN EN EL REPORTE	DESCRIPCIÓN	LÍMITE	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	3.3.10.1	Tasa de datos efectiva ( <i>throughput</i> )	-----	Ver Reporte	
2	3.3.10.2	Potencia de salida máxima con HS-DPCCH (Release 6 y posteriores)	Ver Tabla 2.11	PASA	
3	3.3.10.3	Error de Frecuencia	No exceda a $\pm (0,1 \text{ ppm} + 10 \text{ Hz})$	PASA	
4	3.3.10.4	Ancho de banda Ocupado	No exceda a 5 MHz	PASA	
5	3.3.10.5	Máscara de Emisión Espectral con HS-DPCCH	Ver Tabla 2.16	PASA	
6	3.3.10.6	Tasa de Potencia Interferente en el Canal Adyacente	Ver Tabla 2.18	PASA	
7	3.3.10.7	Emisiones Espurias	Ver Tabla 2.20 y 2.21	PASA	

### 3.3.5. INFORMACIÓN GENERAL

#### 3.3.5.1. Descripción del equipo bajo prueba

Tabla 2 Especificaciones técnicas del EBP

INFORMACIÓN DEL EQUIPO BAJO PRUEBA (EBP)	
Equipo	Teléfono Celular
Marca	BLACKBERRY
Modelo	RFL111LW
Modelo Comercial	BLACKBERRY Q10
IMEI	012345678901234
Tecnologías que soporta el EBP	GSM/EDGE/WCDMA/HSDPA/HSUPA/HSPA+/LTE

Continuación Tabla 2

<b>INFORMACIÓN DEL EQUIPO BAJO PRUEBA (EBP)</b>	
<b>Bandas de Operación</b>	GSM/EDGE: 850, 900, 1800, 1900 MHz WCDMA/HSPA/HSPA+: 850, 1900, 2100 MHz LTE: 700, 850, 1700, 1900 MHz
<b>Bandas de Frecuencia de operación (transmisión)</b>	GSM 850: 824 MHz – 849 MHz GSM 900: 880 MHz – 915 MHz DCS 1800: 1710 MHz – 1785 MHz PCS 1900: 1850 MHz – 1910 MHz WCDMA Banda V (850): 824 MHz – 849 MHz WCDMA Banda II (1900): 1850 MHz – 1910 MHz WCDMA Banda I (2100): 1920 MHz – 1980 MHz LTE Banda VII (700): 704 MHz – 716 MHz LTE Banda V (850): 824 MHz – 849 MHz LTE Banda IV (1700): 1710 MHz – 1755 MHz LTE Banda II (1900): 1850 MHz – 1910 MHz
<b>Bandas de Frecuencia de operación (recepción)</b>	GSM 850: 869 MHz – 894 MHz GSM 900: 925 MHz – 960 MHz DCS 1800: 1805 MHz – 1880 MHz PCS 1900: 1930 MHz – 1990 MHz WCDMA Banda V (850): 869 MHz – 894 MHz WCDMA Banda II (1900): 1930 MHz – 1990 MHz WCDMA Banda I (2100): 2110 MHz – 2170 MHz LTE Banda VII (700): 734 MHz – 746 MHz LTE Banda V (850): 869 MHz – 894 MHz LTE Banda IV (1700): 2110 MHz – 2155 MHz LTE Banda II (1900): 1930 MHz – 1990 MHz
<b>Tipo de Modulación</b>	GSM: GMSK WCDMA: QPSK (Uplink) HSDPA: 16QAM HSUPA: QPSK HSPA+: 64QAM
<b>Interfaces de Aire</b>	GSM WCDMA Rel 99 HSDPA Rel-5, CAT 10 HSUPA Rel-6 HSPA+ Rel-7, CAT 14
<b>WLAN</b>	IEEE 802.11 a/b/g/n; 2.4GHz y 5.0GHz
<b>Bluetooth</b>	Versión 4.0
<b>GPS</b>	GPS / AGPS (GPS Asistido)
<b>Certificaciones Internacionales</b>	FCC (Federal Communications Commission), CE (Comunidad Europea), IC (Industrial Canadá)

Tabla 3 Especificaciones de hardware del EBP

<b>ESPECIFICACIONES DE HARDWARE</b>	
<b>Procesador</b>	Dual Core 1.5 GHz Qualcomm MSM8960
<b>Memoria</b>	2GB RAM + 16 GB Flash Micro SD hasta 64GB
<b>Batería</b>	Integrada 2100mAh
<b>Puertos</b>	USB 2.0 High-Speed Micro HDMI NFC DLNA
<b>Multimedia</b>	Audio/Imágenes/Video/Cámara
	Cámara posterior: 8MP Video: 1080p HD en grabación
	Cámara frontal: 2MP Video: 720p HD en grabación
<b>Pantalla</b>	3.1", Resolución: 720 x 720
<b>Interface SIM</b>	Tarjeta micro SIM

Tabla 4 Especificaciones de software del EBP

<b>ESPECIFICACIONES DE SOFTWARE</b>	
<b>Sistema Operativo</b>	
<b>Navegación</b>	QWERTY + capacidad multi touch
<b>Mensajería</b>	SMS/MMS
<b>E-mail</b>	SMTP/IMAP4/POP3
<b>Formatos soportados para multimedia</b>	Audio y video: 3GP/MP4/MPEG-4/WMA/WMV
<b>Protocolos de navegación</b>	HTTP/HTTPs/RTMPe/HLS versión 3/RTSP

Tabla 5 Especificaciones físicas y ambientales del EBP

<b>ESPECIFICACIONES FÍSICAS</b>	
<b>Dimensiones</b>	119.6 x 66.8 x 10.35 mm
<b>Peso</b>	Aproximadamente 139 g
<b>Temperatura</b>	Operación: 0° a 35°C
	Almacenamiento: -20° a 35°C (sin batería)

### **3.3.6. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS**

Los equipos de medición utilizados para la realización de las distintas pruebas y mediciones están debidamente calibrados por los fabricante, lo cual está certificado por estándares internacionales.

Todos los equipos cuentan con su respectivo Certificado de Calibración avalado, el cual contiene la fecha de calibración y su respectiva expedición. El mantenimiento de los equipos por parte del proveedor se la realiza cada año, y la calibración se la realiza cada 2 años.

Sin embargo, para determinar si el equipo necesita calibración antes del tiempo establecido, se realiza pruebas con un terminal del cual ya se tiene resultados anteriores y se compara; si estos resultados no coinciden el equipo necesitaría calibración.

### **3.3.7. ESTÁNDAR APLICADO**

En concordancia con las especificaciones de la ETSI, el EBP deberá cumplir con los requerimientos del siguiente estándar:

- Para tecnología UMTS/HSDPA/HSUPA/HSPA+ (850/1900 MHz) ETSI TS 134 121-1 V9.1.0 (2011-02) – Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification (3GPP TS 34.121-1 version 9.3.0 Release 9).

### **3.3.8. EQUIPOS DE MEDICIÓN Y ACCESORIOS**

Para la realización de las pruebas se utilizaron los siguientes equipos de medición y accesorios:

Tabla 6 Especificaciones de los equipos de medición utilizados

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MODELO	SERIE	FABRICANTE	FECHA DE CALIBRACIÓN (YY/MM/DD)
WIRELESS COMMUNICATION TEST SET	E5515C 8960 SERIES 10	MY50267072	AGILENT TECHNOLOGIES	11-12-05
RF SHIELD BOX	EC5010CE	EC5010CE-0022	AGILENT TECHNOLOGIES	11-12-05
ANALIZADOR DE ESPECTRO HASTA 13,6 GHz	EXA N9010A	MY51250496	AGILENT TECHNOLOGIES	11-12-08
POWER SPLITTER	11667A	MY51356330	AGILENT TECHNOLOGIES	11-11-24

Tabla 7 Especificaciones de los accesorios utilizados

TIPO	MODELO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
Cable Coaxial Armonizado 48.0"	NMS-290AN – 48.0–NMS	Weather Neoprene (18 GHz), tipo N(macho) a N(macho)	Florida Labs
Adaptador	PE9006	Tipo N (hembra) a tipo N (hembra), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador	PE9206	Tipo N (hembra) a BNC (hembra), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión	PE9322	Tipo N (macho) a 3.5 (macho), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión	PE9324	Tipo N (hembra) a 3.5 (macho), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión	PE9330	Tipo 3.5 (macho) a 3.5 (macho), 50 ohm	PASTERNAK
Adaptador de precisión	PE9331	Tipo 3.5 (hembra) a 3.5 (hembra), 50 ohm	PASTERNAK
Atenuador	-----	10 W – 30 dB	BIRD
Atenuador	-----	10 dB / 6GHz	BIRD

### 3.3.9. ASPECTOS GENERALES DE PRUEBAS

#### 3.3.9.1. Condiciones generales de las pruebas

##### 3.3.9.1.1. Rango de frecuencias soportado

**Tabla 8 Rango de frecuencias y banda de operación**

BANDA DE OPERACIÓN	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
II	Uplink	1850 – 1910 MHz
	Dowlink	1930 – 1990 MHz
V	Uplink	824 – 849 MHz
	Dowlink	869 – 894 MHz

##### 3.3.9.1.2. Modos de prueba

**Tabla 9 Modo de prueba**

MODO DE PRUEBA	DESCRIPCIÓN
MP1	Conexión WCDMA 1: HSDPA+, Modulación 64QAM, Categoría del EBP 14

##### 3.3.9.1.3. Canales de radiofrecuencia bajo pruebas

**Tabla 10 Canales de radiofrecuencia bajo pruebas**

MOD DE PRUEBA	TX / RX	CANALES					
		BANDA II			BANDA V		
		BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO
MP1	TX (UL)	CH 9262	CH 9400	CH 9538	CH 4132	CH 4182	CH 4233
		1852.4 MHz	1880.0 MHz	1907.6 MHz	826.4 MHz	836.4 MHz	846.6 MHz
	RX (DL)	CH 9662	CH 9800	CH 9938	CH 4357	CH 4407	CH 4458
		1932.4 MHz	1960.0 MHz	1987.6 MHz	871.4 MHz	881.4 MHz	891.6 MHz

### 3.3.9.2. Configuración general del sistema de pruebas

#### 3.3.9.2.1. Método de prueba

##### **Método Conducido:**

Durante todas las mediciones, el EBP está conectado al equipo “*Wireless Communications Test Set*” al máximo nivel de potencia, a través de la Jaula de Faraday que aísla las señales externas. El EBP está conectado a la jaula con un cable que tiene un conector RF, con lo cual se consigue reducir al mínimo las pérdidas.

#### 3.3.9.2.2. Diagrama de conexión del EBP

El EBP es sometido a dos diagramas de conexión (especificados en la sección 3.2.4.):

1. Diagrama básico de conexión
2. Diagrama conjunto de conexión

El primer diagrama es utilizado para la realización de las siguientes pruebas:

- Tasa de datos efectiva (*throughput*)
- Potencia de salida máxima con HS-DPCCH (Release 6 y posteriores)
- Error de Frecuencia
- Ancho de Banda Ocupado
- Mascara de Emisión Espectral
- Tasa de Potencia Interferente en el Canal Adyacente

Y el segundo diagrama es utilizado para la realización de la siguiente prueba:

- Emisiones Espurias

3.3.9.2.3. *Pérdidas a compensar*

Tabla 11 Pérdidas aproximadas a compensar

DIAGRAMA	BANDA II	BANDA V
BÁSICO	1 dB	1 dB
CONJUNTO	47 dB	47 dB

3.3.9.2.4. *Resumen de condiciones para las mediciones*

Tabla 12 Resumen de condiciones para las seis primeras pruebas

MEDICIONES:	
1. TASA DE DATOS EFECTIVA ( <i>THROUGHPUT</i> ) 2. POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA CON HS-DPCCH (RELEASE 6 Y POSTERIORES) 3. ERROR DE FRECUENCIA 4. ANCHO DE BANDA OCUPADO 5. MÁSCARA DE EMISIÓN ESPECTRAL 6. TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE	
RANGO DE FRECUENCIAS	BANDA II Y BANDA V
MODO DE PRUEBA	MP1
CANALES DE PRUEBA	BAJO, MEDIO Y ALTO
AMBIENTE DE PRUEBAS	NORMALES (AMBIENTE)
MÉTODO DE PRUEBA	CONDUcido
DIAGRAMA DE CONEXIÓN	BÁSICO

Tabla 13 Resumen de condiciones para la última prueba

MEDICIÓN:	
7. EMISIONES ESPURIAS	
RANGO DE FRECUENCIAS	BANDA II Y BANDA V
MODO DE PRUEBA	MP1
CANALES DE PRUEBA	BAJO, MEDIO Y ALTO
AMBIENTE DE PRUEBAS	NORMALES (AMBIENTE)
MÉTODO DE PRUEBA	CONDUcido
DIAGRAMA DE CONEXIÓN	CONJUNTO

### 3.3.10. PRUEBAS REALIZADAS

#### 3.3.10.1. Tasa de datos efectiva (*throughput*)

##### 3.3.10.1.1. Descripción de la prueba

La tasa efectiva de datos es la medida de los bits de información efectivos que el EBP puede transmitir por unidad de tiempo.

Se considera:

- La potencia de salida máxima del EBP se configura al nivel máximo permitido por la clase a la que pertenece.
- En el equipo “*Wireless Communications Test Set*”, la medición de tasa de datos efectiva es *HSDPA Block Error Ratio* (Tasa de bloques errados en HSDPA).
- Pérdidas por conectorización.
- Las mediciones se realizan en canal: bajo medio y alto.

##### 3.3.10.1.2. Equipos utilizados en las mediciones

Ver lista de equipos de medición utilizados en este reporte.

##### 3.3.10.1.3. Procedimiento para la prueba

1. El EBP se conecta a la Jaula de Faraday a través del cable RF con su respectivo conector.
2. El puerto de salida de transmisión de la Jaula de Faraday se conecta al equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
3. Establecer en el EBP la máxima potencia a través del equipo “*Wireless Communications Test Set*”.

4. Seleccionar los canales bajo, medio y alto en cada banda, para establecer la conexión HSDPA y obtener las mediciones de tasa de datos efectiva.

#### 3.3.10.1.4. Diagrama de la prueba

Se utiliza el diagrama básico de conexión, Figura 3.11 (Sección 3.2.4.1).

#### 3.3.10.1.5. Resultados de la prueba

**Tabla 14 Resultados para la Banda II (medición 1)**

<b>TASA DE DATOS EFECTIVA (THROUGHPUT)</b>		
<b>CATEGORÍA DEL EBP: 14</b>		
	<b>THROUGHPUT MEDIDO (Kbps)</b>	<b>TASA DE BLOQUES ERRADOS MEDIDA (%)</b>
<b>CANAL</b>		
<b>9262</b>	19478	0
<b>9400</b>	19518	0
<b>9538</b>	19537	0

**Tabla 15 Resultados para la Banda V (medición 1)**

<b>TASA DE DATOS EFECTIVA (THROUGHPUT)</b>		
<b>CATEGORÍA DEL EBP: 14</b>		
	<b>THROUGHPUT MEDIDO (Kbps)</b>	<b>TASA DE BLOQUES ERRADOS MEDIDA (%)</b>
<b>CANAL</b>		
<b>4132</b>	19636	0
<b>4182</b>	19498	0
<b>4233</b>	19344	1

## 3.3.10.1.6. Pantallas de resultados de la prueba

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Bajo
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1852.4 MHz
<b>EBP CONECTADO Y TASA DE DATOS EFECTIVA</b>			
Call Setup Screen			
<b>Call Control</b>	<b>Active Cell Operating Mode</b>		<b>UARFCN Parms</b>
<b>Operating Mode</b>	<b>UE Information</b>		<b>DL Channel</b>
<b>Active Cell</b>	IMSI: 001012345678901 IMEI(SV): 004402242110652 (--) Power Class: 3		9662
	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b>		<b>Uplink Channel</b>
	Initial PRACH TX Power: -32.70 dBm Initial DPCH TX Power: 23.70 dBm		9262
<b>End Call</b>	<b>Call Processing Status</b>		<b>Band Arbitrator</b>
	Current Service Type: RB Test Mode - HSDPA RIM Status: IMSI Attached RIM State: Attached Current DPCH Offset: 1536 chips		Band VI
<b>Paging Parameters</b>	<b>HSUPA Information</b>		<b>Freq Band Ind</b>
	Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----		On
<b>Handovers</b>	<b>HSDPA Information</b>		<b>Transmit SIB5bis</b>
	Cur UE HS-DSCH Cat: 14 Block Error Ratio: 0 % Throughput: 19478 kbps Blocks Transmitted: 1500		Std Bands
<b>Clear UE Info</b>	<b>Background</b>		<b>Return</b>
	Active Cell Connected		
	IntRef Offset		
<b>1 of 5</b>	Sys Type: UTRA FDD		

Figura 1 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda II (medición 1)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Medio
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1880.0 MHz
<b>EBP CONECTADO Y TASA DE DATOS EFECTIVA</b>			
Call Setup Screen			
<b>Call Control</b>	<b>Active Cell Operating Mode</b>		<b>UARFCN Parms</b>
<b>Operating Mode</b>	<b>UE Information</b>		<b>DL Channel</b>
<b>Active Cell</b>	IMSI: 001012345678901 IMEI(SV): 004402242110652 (--) Power Class: 3		9800
	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b>		<b>Uplink Channel</b>
	Initial PRACH TX Power: -32.70 dBm Initial DPCH TX Power: 23.70 dBm		9400
<b>End Call</b>	<b>Call Processing Status</b>		<b>Band Arbitrator</b>
	Current Service Type: RB Test Mode - HSDPA RIM Status: IMSI Attached RIM State: Attached Current DPCH Offset: 1536 chips		Band VI
<b>Paging Parameters</b>	<b>HSUPA Information</b>		<b>Freq Band Ind</b>
	Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----		On
<b>Handovers</b>	<b>HSDPA Information</b>		<b>Transmit SIB5bis</b>
	Cur UE HS-DSCH Cat: 14 Block Error Ratio: 0 % Throughput: 19518 kbps Blocks Transmitted: 2000		Std Bands
<b>Clear UE Info</b>	<b>Background</b>		<b>Return</b>
	Active Cell Connected		
	IntRef Offset		
<b>1 of 5</b>	Sys Type: UTRA FDD		

Figura 2 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda II (medición 1)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1907.6 MHz
<b>EBP CONECTADO Y TASA DE DATOS EFECTIVA</b>			
Call Setup Screen			
<b>Call Control</b>	<b>Active Cell Operating Mode</b>		<b>UARFCN Parms</b>
<b>Operating Mode</b>	<b>UE Information</b>		<b>DL Channel</b>
<b>Active Cell</b>	INSI: 001012345678901 IMEI(SV): 004402242110652 (---) Power Class: 3		9938
<b>End Call</b>	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b>		<b>Uplink Channel</b>
	Initial PRACH TX Power: -32.70 dBm Initial DPCH TX Power: 23.70 dBm		9538
<b>Paging Parameters</b>	<b>Call Processing Status</b>		<b>Band Arbitrator</b>
	Current Service Type: RB Test Mode - HSDPA IMI Status: INSI Attached GMM State: Attached Current DPCH Offset: 1536 chips		Band VI
<b>Handovers</b>	<b>HSUPA Information</b>	<b>HSDPA Information</b>	<b>Freq Band Ind</b>
	Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----	Cur UE HS-DSCH Cat: 14 Block Error Ratio: 0 % Throughput: 19537 kbps Blocks Transmitted: 3000	On
<b>Clear UE Info</b>	<b>Background</b>		<b>Transmit SIB5bis</b>
	Active Cell Connected		Std Bands
<b>1 of 5</b>	Sys Type: UTRA FDD InitRef Offset		<b>Return</b>

Figura 3 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda II (medición 1)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Bajo
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	826.4 MHz
<b>EBP CONECTADO Y TASA DE DATOS EFECTIVA</b>			
Call Setup Screen			
<b>Call Control</b>	<b>Active Cell Operating Mode</b>		<b>UARFCN Parms</b>
<b>Operating Mode</b>	<b>UE Information</b>		<b>DL Channel</b>
<b>Active Cell</b>	INSI: 001012345678901 IMEI(SV): 004402242110652 (---) Power Class: 3		4357
<b>End Call</b>	<b>UE Expected Open Loop Transmit Power</b>		<b>Uplink Channel</b>
	Initial PRACH TX Power: -52.70 dBm Initial DPCH TX Power: 20.70 dBm		4132
<b>Paging Parameters</b>	<b>Call Processing Status</b>		<b>Band Arbitrator</b>
	Current Service Type: RB Test Mode - HSDPA IMI Status: INSI Attached GMM State: Attached Current DPCH Offset: 1536 chips		Band VI
<b>Handovers</b>	<b>HSUPA Information</b>	<b>HSDPA Information</b>	<b>Freq Band Ind</b>
	Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep Last received E-TFCI: ---- Throughput: ---- kbps Acks Transmitted: ----	Cur UE HS-DSCH Cat: 14 Block Error Ratio: 0 % Throughput: 19636 kbps Blocks Transmitted: 500	On
<b>Clear UE Info</b>	<b>Background</b>		<b>Transmit SIB5bis</b>
	Active Cell Connected		Std Bands
<b>1 of 5</b>	Sys Type: UTRA FDD InitRef Offset		<b>Return</b>

Figura 4 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda V (medición 1)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Medio
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	836.4 MHz
<b>EBP CONECTADO Y TASA DE DATOS EFECTIVA</b>			
Call Setup Screen			
<b>Call Control</b>	<b>Active Cell Operating Mode</b>		<b>UARFCN Parms</b>
Operating Mode	UE Information		DL Channel
Active Cell	INSI: 001012345678901 IMEI(SV): 004402242110652 (--) Power Class: 3		4407
	UE Expected Open Loop Transmit Power		Uplink Channel
	Initial PRACH TX Power: -52.70 dBm Initial DPCH TX Power: 23.70 dBm		4182
End Call	Call Processing Status		Band Arbitrator
	Current Service Type: RB Test Mode - HSDPA MI Status: INSI Attached GMI State: Attached Current DPCH Offset: 1536 chips		Band UI
Paging Parameters	HSDPA Information      HSDPA Information Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep      Cur UE HS-DSCH Cat: 14 Last received E-TFCI: ----      Block Error Ratio: 0 % Throughput: ---- kbps      Throughput: 19498 kbps Acks Transmitted: ----      Blocks Transmitted: 3000		Freq Band Ind
Handovers			On
			Transmit SIB5bis
Clear UE Info			Std Bands
			Return
	Background      Active Cell      Sys Type: UTRA FDD Connected		
1 of 5	InitRef Offset		

Figura 5 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda V (medición 1)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	846.6 MHz
<b>EBP CONECTADO Y TASA DE DATOS EFECTIVA</b>			
Call Setup Screen			
<b>Call Control</b>	<b>Active Cell Operating Mode</b>		<b>UARFCN Parms</b>
Operating Mode	UE Information		DL Channel
Active Cell	INSI: 001012345678901 IMEI(SV): 004402242110652 (--) Power Class: 3		4458
	UE Expected Open Loop Transmit Power		Uplink Channel
	Initial PRACH TX Power: -32.70 dBm Initial DPCH TX Power: 23.70 dBm		4233
End Call	Call Processing Status		Band Arbitrator
	Current Service Type: RB Test Mode - HSDPA MI Status: INSI Attached GMI State: Attached Current DPCH Offset: 1536 chips		Band UI
Paging Parameters	HSDPA Information      HSDPA Information Rep EDCH Cat/Ext: 6/Unrep      Cur UE HS-DSCH Cat: 14 Last received E-TFCI: ----      Block Error Ratio: 1 % Throughput: ---- kbps      Throughput: 19344 kbps Acks Transmitted: ----      Blocks Transmitted: 7000		Freq Band Ind
Handovers			On
			Transmit SIB5bis
Clear UE Info			Std Bands
			Return
	Background      Active Cell      Sys Type: UTRA FDD Connected		
1 of 5	InitRef Offset		

Figura 6 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda V (medición 1)

### 3.3.10.2. Potencia de salida máxima con HS-DPCCH (Release 6 y posteriores)

#### 3.3.10.2.1. Descripción de la prueba

La potencia de salida máxima es la medida de la potencia máxima que el EBP puede transmitir.

Se considera:

- La potencia de salida máxima del EBP se configura al nivel máximo permitido por la clase a la que pertenece.
- En el equipo “*Wireless Communications Test Set*”, la medición de potencia de salida máxima es *Channel Power* (Potencia del Canal).
- Pérdidas por conectorización.
- Las mediciones se realizan en canal: bajo medio y alto.

#### 3.3.10.2.2. Equipos utilizados en las mediciones

Ver lista de equipos de medición utilizados en este reporte.

#### 3.3.10.2.3. Procedimiento para la prueba

1. El EBP se conecta a la Jaula de Faraday a través del cable RF con su respectivo conector.
2. El puerto de salida de transmisión de la Jaula de Faraday se conecta al equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
3. Establecer en el EBP la máxima potencia a través del equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
4. Seleccionar los canales bajo, medio y alto en cada banda, para obtener las mediciones de Potencia del Canal (*Channel Power*).

### 3.3.10.2.4. Diagrama de la prueba

Se utiliza el diagrama básico de conexión, Figura 3.11 (Sección 3.2.4.1).

### 3.3.10.2.5. Resultados de la prueba

**Tabla 16 Resultados para la Banda II (medición 2)**

<b>POTENCIA DEL CANAL</b>				
	<b>CLASE DE POTENCIA 3</b>			
	<b>MAX POTENCIA MEDIDA (dBm)</b>	<b>POTENCIA DE REFERENCIA (dBm)</b>	<b>TOLERANCIA (dBm)</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>CANAL</b>				
<b>9262</b>	22.83	+24	+1.7 / -3.7	PASA
<b>9400</b>	22.63	+24	+1.7 / -3.7	PASA
<b>9538</b>	22.64	+24	+1.7 / -3.7	PASA

**Tabla 17 Resultados para la Banda V (medición 2)**

<b>POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA</b>				
	<b>CLASE DE POTENCIA 3</b>			
	<b>MAX POTENCIA MEDIDA (dBm)</b>	<b>POTENCIA DE REFERENCIA (dBm)</b>	<b>TOLERANCIA (dBm)</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>CANAL</b>				
<b>4132</b>	21.28	+24	+1.7 / -3.7	PASA
<b>4182</b>	20.97	+24	+1.7 / -3.7	PASA
<b>4233</b>	21.19	+24	+1.7 / -3.7	PASA

## 3.3.10.2.6. Pantallas de resultados de la prueba

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Bajo
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1852.4 MHz
<b>POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Channel Power</b>		<b>Call Parms</b>
<b>Channel Power Setup</b>	Minimum <b>22.82 dBm</b>	Maximum <b>22.83 dBm</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>22.82 dBm</b>	Std Dev <b>0.00 dB</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Node
<b>Calibrate Measurements</b>			HSPA Parameters
			34.121 Preset Call Configs
			Channel (UARFCN) Parms
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2	IntRef	Offset	1 of 3

Figura 7 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda II (medición 2)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Medio
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1880.0 MHz
<b>POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Channel Power</b>		<b>Call Parms</b>
<b>Channel Power Setup</b>	Minimum <b>21.97 dBm</b>	Maximum <b>22.63 dBm</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>22.29 dBm</b>	Std Dev <b>0.27 dB</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Node
<b>Calibrate Measurements</b>			HSPA Parameters
			34.121 Preset Call Configs
			Channel (UARFCN) Parms
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2	IntRef	Offset	1 of 3

Figura 8 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda II (medición 2)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1907.6 MHz
<b>POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Channel Power</b>		<b>Call Params</b>
Channel Power Setup ▾	Minimum <b>22.62 dBm</b>	Maximum <b>22.64 dBm</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>22.64 dBm</b>	Std Dev <b>0.00 dB</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Node
Calibrate Measurements			HSPA Parameters
			34,121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Params
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2	IntRef	Offset	1 of 3

Figura 9 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda II (medición 2)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Bajo
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	826.4 MHz
<b>POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Channel Power</b>		<b>Call Params</b>
Channel Power Setup ▾	Minimum <b>21.25 dBm</b>	Maximum <b>21.28 dBm</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>21.27 dBm</b>	Std Dev <b>0.01 dB</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Node
Calibrate Measurements			HSPA Parameters
			34,121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Params
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2	IntRef	Offset	1 of 3

Figura 10 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda V (medición 2)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Medio
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	836.4 MHz
<b>POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Channel Power</b>		<b>Call Params</b>
Channel Power Setup ▾	Minimum <b>20.93 dBm</b>	Maximum <b>20.97 dBm</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>20.96 dBm</b>	Std Dev <b>0.00 dB</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Mode
Calibrate Measurements			HSPA Parameters
			34,121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Params
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2		IntRef Offset	1 of 3

Figura 11 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda V (medición 2)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	846.6 MHz
<b>POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Channel Power</b>		<b>Call Params</b>
Channel Power Setup ▾	Minimum <b>21.18 dBm</b>	Maximum <b>21.19 dBm</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>21.19 dBm</b>	Std Dev <b>0.00 dB</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Mode
Calibrate Measurements			HSPA Parameters
			34,121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Params
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2		IntRef Offset	1 of 3

Figura 12 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda V (medición 2)

### 3.3.10.3. Error de frecuencia

#### 3.3.10.3.1. Descripción de la prueba

El error de frecuencia es aquella diferencia que existe entre la frecuencia portadora teórica asignada y la frecuencia de portadora que el EBP transmite.

Se considera:

- Establecimiento del error de frecuencia de la portadora respecto a la frecuencia central del canal medido.
- Todos los parámetros para la realización de mediciones se configuran a la máxima potencia.
- Pérdidas por conectorización.
- En el equipo “*Wireless Communications Test Set*”, la medición de error de frecuencia es Estabilidad de Frecuencia (*Frequency Stability*).
- Las mediciones se realizan para canal: bajo medio y alto.

#### 3.3.10.3.2. Equipos utilizados en las mediciones

Ver lista de equipos de medición utilizados en este reporte.

#### 3.3.10.3.3. Procedimiento para la prueba

1. El EBP se conecta a la Jaula de Faraday a través del cable RF con su respectivo conector.
2. El puerto de salida de transmisión de la Jaula de Faraday se conecta al equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
3. Establecer en el EBP la máxima potencia a través del equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
4. Seleccionar los canales bajo, medio y alto en cada banda, para obtener las mediciones de Estabilidad de Frecuencia (*Frequency Stability*).

### 3.3.10.3.4. Diagrama de la prueba

Se utiliza el diagrama básico de conexión, Figura 3.11 (Sección 3.2.4.1).

### 3.3.10.3.5. Resultados de la prueba

**Tabla 18 Resultados para la Banda II (medición 3)**

ERROR DE FRECUENCIA						
	MAX FRECUENCIA MEDIDA (MHz)	MAX ERROR DE FRECUENCIA MEDIDO (Hz)	ERROR DE FRECUENCIA (ppm)	REFERENCIA (dBm)	TOLENCIA	RESULTADO
<b>CANAL</b>						
<b>9262</b> (1852.4 MHz)	1852.423	22922	0.022922	No exceda $\pm$ (0.1 ppm)	+ 10 Hz	PASA
<b>9400</b> (1880.0 MHz)	1880.015	15363	0.015363	No exceda $\pm$ (0.1 ppm)	+ 10 Hz	PASA
<b>9538</b> (1907.6 MHz)	1907.615	14949	0.014949	No exceda $\pm$ (0.1 ppm)	+ 10 Hz	PASA

**Tabla 19 Resultados para la Banda V (medición 3)**

ERROR DE FRECUENCIA						
	MAX FRECUENCIA MEDIDA (MHz)	MAX ERROR DE FRECUENCIA MEDIDO (Hz)	ERROR DE FRECUENCIA (ppm)	REFERENCIA (dBm)	TOLENCIA	RESULTADO
<b>CANAL</b>						
<b>4132</b> (826.4 MHz)	826.417	16789	0.016789	No exceda $\pm$ (0.1 ppm)	+ 10 Hz	PASA
<b>4182</b> (836.4 MHz)	836.425	24762	0.024762	No exceda $\pm$ (0.1 ppm)	+ 10 Hz	PASA
<b>4233</b> (846.6 MHz)	846.616	16046	0.016046	No exceda $\pm$ (0.1 ppm)	+ 10 Hz	PASA

## 3.3.10.3.6. Pantallas de resultados de la prueba

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Bajo																						
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1852.4 MHz																						
<b>ESTABILIDAD DE FRECUENCIA</b>																									
Measurement/Instrument Screen																									
Control	Frequency Stability		Call Parms																						
Frequency Stability Setup ▾	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Freq Error (Hz)</td> <td>4582</td> <td>22922</td> <td>12806</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz)</td> <td>1852.405</td> <td>1852.423</td> <td>1852.413</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Worst Frequency Error: 12.37 ppm</p> <p style="text-align: center;">100 / 100 <span style="float: right;">Single</span></p>			Minimum	Maximum	Average	Freq Error (Hz)	4582	22922	12806	Frequency (MHz)	1852.405	1852.423	1852.413	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Cell Power</td></tr> <tr><td>-50.00</td></tr> <tr><td>dBm/3.84 MHz</td></tr> <tr><td>Channel Type</td></tr> <tr><td>12.2k + HSDPA</td></tr> <tr><td>Paging Service</td></tr> <tr><td>RB Test Node</td></tr> <tr><td>HSPA Parameters</td></tr> <tr><td>34.121 Preset Call Configs ▾</td></tr> <tr><td>Channel (UARFCN) Parms</td></tr> </table>	Cell Power	-50.00	dBm/3.84 MHz	Channel Type	12.2k + HSDPA	Paging Service	RB Test Node	HSPA Parameters	34.121 Preset Call Configs ▾	Channel (UARFCN) Parms
	Minimum	Maximum	Average																						
Freq Error (Hz)	4582	22922	12806																						
Frequency (MHz)	1852.405	1852.423	1852.413																						
Cell Power																									
-50.00																									
dBm/3.84 MHz																									
Channel Type																									
12.2k + HSDPA																									
Paging Service																									
RB Test Node																									
HSPA Parameters																									
34.121 Preset Call Configs ▾																									
Channel (UARFCN) Parms																									
1 of 2	Active Cell Connected	Sys Type: UTRA FDD	1 of 3																						
	IntRef   Offset																								

Figura 13 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda II (medición 3)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Medio																						
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1880.0 MHz																						
<b>ESTABILIDAD DE FRECUENCIA</b>																									
Measurement/Instrument Screen																									
Control	Frequency Stability		Call Parms																						
Frequency Stability Setup ▾	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Freq Error (Hz)</td> <td>11591</td> <td>15363</td> <td>13519</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz)</td> <td>1880.012</td> <td>1880.015</td> <td>1880.014</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Worst Frequency Error: 8.17 ppm</p> <p style="text-align: center;">100 / 100 <span style="float: right;">Single</span></p>			Minimum	Maximum	Average	Freq Error (Hz)	11591	15363	13519	Frequency (MHz)	1880.012	1880.015	1880.014	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Cell Power</td></tr> <tr><td>-50.00</td></tr> <tr><td>dBm/3.84 MHz</td></tr> <tr><td>Channel Type</td></tr> <tr><td>12.2k + HSDPA</td></tr> <tr><td>Paging Service</td></tr> <tr><td>RB Test Node</td></tr> <tr><td>HSPA Parameters</td></tr> <tr><td>34.121 Preset Call Configs ▾</td></tr> <tr><td>Channel (UARFCN) Parms</td></tr> </table>	Cell Power	-50.00	dBm/3.84 MHz	Channel Type	12.2k + HSDPA	Paging Service	RB Test Node	HSPA Parameters	34.121 Preset Call Configs ▾	Channel (UARFCN) Parms
	Minimum	Maximum	Average																						
Freq Error (Hz)	11591	15363	13519																						
Frequency (MHz)	1880.012	1880.015	1880.014																						
Cell Power																									
-50.00																									
dBm/3.84 MHz																									
Channel Type																									
12.2k + HSDPA																									
Paging Service																									
RB Test Node																									
HSPA Parameters																									
34.121 Preset Call Configs ▾																									
Channel (UARFCN) Parms																									
1 of 2	Active Cell Connected	Sys Type: UTRA FDD	1 of 3																						
	IntRef   Offset																								

Figura 14 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda II (medición 3)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Alto												
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1907.6 MHz												
<b>ESTABILIDAD DE FRECUENCIA</b>															
Measurement/Instrument Screen															
<b>Control</b>	<b>Frequency Stability</b>		<b>Call Params</b>												
Frequency Stability Setup ▾	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Freq Error (Hz)</td> <td>11575</td> <td>14949</td> <td>13119</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz)</td> <td>1907.612</td> <td>1907.615</td> <td>1907.613</td> </tr> </tbody> </table> <p>Worst Frequency Error: 7.84 ppm</p> <p>100 / 100 <span style="float: right;">Single</span></p>			Minimum	Maximum	Average	Freq Error (Hz)	11575	14949	13119	Frequency (MHz)	1907.612	1907.615	1907.613	<b>Cell Power</b> -50.00 dBm/3.84 MHz <b>Channel Type</b> 12.2k + HSDPA <b>Paging Service</b> RB Test Mode <b>HSPA Parameters</b> 34.121 Preset Call Configs ▾ <b>Channel (UARFCN) Params</b>
	Minimum	Maximum	Average												
Freq Error (Hz)	11575	14949	13119												
Frequency (MHz)	1907.612	1907.615	1907.613												
1 of 2	Active Cell Connected Sys Type: UTRA FDD		1 of 3												
	IntRef	Offset													

Figura 15 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda II (medición 3)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Bajo												
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	826.4 MHz												
<b>ESTABILIDAD DE FRECUENCIA</b>															
Measurement/Instrument Screen															
<b>Control</b>	<b>Frequency Stability</b>		<b>Call Params</b>												
Frequency Stability Setup ▾	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Freq Error (Hz)</td> <td>10523</td> <td>16789</td> <td>13718</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz)</td> <td>826.411</td> <td>826.417</td> <td>826.414</td> </tr> </tbody> </table> <p>Worst Frequency Error: 20.32 ppm</p> <p>100 / 100 <span style="float: right;">Single</span></p>			Minimum	Maximum	Average	Freq Error (Hz)	10523	16789	13718	Frequency (MHz)	826.411	826.417	826.414	<b>Cell Power</b> -50.00 dBm/3.84 MHz <b>Channel Type</b> 12.2k + HSDPA <b>Paging Service</b> RB Test Mode <b>HSPA Parameters</b> 34.121 Preset Call Configs ▾ <b>Channel (UARFCN) Params</b>
	Minimum	Maximum	Average												
Freq Error (Hz)	10523	16789	13718												
Frequency (MHz)	826.411	826.417	826.414												
1 of 2	Active Cell Connected Sys Type: UTRA FDD		1 of 3												
	IntRef	Offset													

Figura 3.16 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda V (medición 3)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Medio																						
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	836.4 MHz																						
<b>ESTABILIDAD DE FRECUENCIA</b>																									
Measurement/Instrument Screen																									
Control	Frequency Stability		Call Params																						
Frequency Stability Setup ▾	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Freq Error (Hz)</td> <td>5343</td> <td>24762</td> <td>14802</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz)</td> <td>836.405</td> <td>836.425</td> <td>836.415</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Worst Frequency Error: 29.61 ppm</p> <p style="text-align: center;">100 / 100 <span style="float: right;">Single</span></p>			Minimum	Maximum	Average	Freq Error (Hz)	5343	24762	14802	Frequency (MHz)	836.405	836.425	836.415	<table border="1"> <tr><td>Cell Power</td></tr> <tr><td>-50.00</td></tr> <tr><td>dBm/3.84 MHz</td></tr> <tr><td>Channel Type</td></tr> <tr><td>12.2k + HSDPA</td></tr> <tr><td>Paging Service</td></tr> <tr><td>RB Test Node</td></tr> <tr><td>HSPA Parameters</td></tr> <tr><td>34.121 Preset Call Configs ▾</td></tr> <tr><td>Channel (UARFCN) Params</td></tr> </table>	Cell Power	-50.00	dBm/3.84 MHz	Channel Type	12.2k + HSDPA	Paging Service	RB Test Node	HSPA Parameters	34.121 Preset Call Configs ▾	Channel (UARFCN) Params
	Minimum	Maximum	Average																						
Freq Error (Hz)	5343	24762	14802																						
Frequency (MHz)	836.405	836.425	836.415																						
Cell Power																									
-50.00																									
dBm/3.84 MHz																									
Channel Type																									
12.2k + HSDPA																									
Paging Service																									
RB Test Node																									
HSPA Parameters																									
34.121 Preset Call Configs ▾																									
Channel (UARFCN) Params																									
1 of 2	Active Cell Connected	Sys Type: UTRA FDD	1 of 3																						
	IntRef   Offset																								

Figura 17 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda V (medición 3)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Alto																						
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	846.6 MHz																						
<b>ESTABILIDAD DE FRECUENCIA</b>																									
Measurement/Instrument Screen																									
Control	Frequency Stability		Call Params																						
Frequency Stability Setup ▾	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Freq Error (Hz)</td> <td>8643</td> <td>16046</td> <td>12079</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz)</td> <td>846.609</td> <td>846.616</td> <td>846.612</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Worst Frequency Error: 18.95 ppm</p> <p style="text-align: center;">100 / 100 <span style="float: right;">Single</span></p>			Minimum	Maximum	Average	Freq Error (Hz)	8643	16046	12079	Frequency (MHz)	846.609	846.616	846.612	<table border="1"> <tr><td>Cell Power</td></tr> <tr><td>-50.00</td></tr> <tr><td>dBm/3.84 MHz</td></tr> <tr><td>Channel Type</td></tr> <tr><td>12.2k + HSDPA</td></tr> <tr><td>Paging Service</td></tr> <tr><td>RB Test Node</td></tr> <tr><td>HSPA Parameters</td></tr> <tr><td>34.121 Preset Call Configs ▾</td></tr> <tr><td>Channel (UARFCN) Params</td></tr> </table>	Cell Power	-50.00	dBm/3.84 MHz	Channel Type	12.2k + HSDPA	Paging Service	RB Test Node	HSPA Parameters	34.121 Preset Call Configs ▾	Channel (UARFCN) Params
	Minimum	Maximum	Average																						
Freq Error (Hz)	8643	16046	12079																						
Frequency (MHz)	846.609	846.616	846.612																						
Cell Power																									
-50.00																									
dBm/3.84 MHz																									
Channel Type																									
12.2k + HSDPA																									
Paging Service																									
RB Test Node																									
HSPA Parameters																									
34.121 Preset Call Configs ▾																									
Channel (UARFCN) Params																									
1 of 2	Active Cell Connected	Sys Type: UTRA FDD	1 of 3																						
	IntRef   Offset																								

Figura 18 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda V (medición 3)

### **3.3.10.4. Ancho de banda ocupado**

#### *3.3.10.4.1. Descripción de la prueba*

El ancho de banda ocupado es una medida del ancho de banda que contiene el 99% del total de la energía del espectro transmitido, centrada en la frecuencia del canal asignado al EBP.

Se considera:

- Todos los parámetros para la realización de mediciones se configuran a la máxima potencia.
- Pérdidas por conectorización.
- Las mediciones se realizan para canal: bajo medio y alto.

#### *3.3.10.4.2. Equipos utilizados en las mediciones*

Ver lista de equipos de medición utilizados en este reporte.

#### *3.3.10.4.3. Procedimiento para la prueba*

1. El EBP se conecta a la Jaula de Faraday a través del cable RF con su respectivo conector.
2. El puerto de salida de transmisión de la Jaula de Faraday se conecta al equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
3. Establecer en el EBP la máxima potencia a través del equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
4. Seleccionar los canales bajo, medio y alto en cada banda, para obtener las mediciones de Ancho de Banda Ocupado (*Occupied Bandwidth*).

#### 3.3.10.4.4. Diagrama de la prueba

Se utiliza el diagrama básico de conexión, Figura 3.11 (Sección 3.2.4.1).

#### 3.3.10.4.5. Resultados de la prueba

**Tabla 20 Resultados para la Banda II (medición 4)**

<b>ANCHO DE BANDA OCUPADO</b>			
	<b>MAX AB OCUPADO MEDIDO (MHz)</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>CANAL</b>			
<b>9262</b>	4.169	No exceda a 5 MHz	PASA
<b>9400</b>	4.172	No exceda a 5 MHz	PASA
<b>9538</b>	4.170	No exceda a 5 MHz	PASA

**Tabla 21 Resultados para la Banda V (medición 4)**

<b>ANCHO DE BANDA OCUPADO</b>			
	<b>MAX AB OCUPADO MEDIDO (MHz)</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>CANAL</b>			
<b>4132</b>	4.198	No exceda a 5 MHz	PASA
<b>4182</b>	4.182	No exceda a 5 MHz	PASA
<b>4233</b>	4.177	No exceda a 5 MHz	PASA

#### 3.3.10.4.6. Pantallas de resultados de la prueba

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Bajo
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1852.4 MHz
<b>ANCHO DE BANDA OCUPADO</b>			

Measurement/Instrument Screen									
Control		Occupied Bandwidth						Call Params	
Occupied BW Setup ▾		Minimum			Maximum			Cell Power	
		4.155 MHz			4.169 MHz			-50.00	
Calibrate Measurements		Average			Std Dev			dBm/3.84 MHz	
		4.163 MHz			0.003 MHz			Channel Type	
		100 /100			Single			12.2k + HSDPA	
								Paging Service	
								RB Test Mode	
								HSPA Parameters	
								34,121 Preset Call Configs ▾	
								Channel (UARFCN) Params	
		Active Cell Connected			Sys Type: UTRA FDD				
1 of 2				IntRef	Offset			1 of 3	

Figura 19 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda II (medición 4)

Banda:	II	Canal:	Medio						
Modo de Prueba:	Conexión WCDMA 1	Frecuencia Central:	1880.0 MHz						
ANCHO DE BANDA OCUPADO									
Measurement/Instrument Screen									
Control		Occupied Bandwidth						Call Params	
Occupied BW Setup ▾		Minimum			Maximum			Cell Power	
		4.159 MHz			4.172 MHz			-50.00	
Calibrate Measurements		Average			Std Dev			dBm/3.84 MHz	
		4.166 MHz			0.003 MHz			Channel Type	
		100 /100			Single			12.2k + HSDPA	
								Paging Service	
								RB Test Mode	
								HSPA Parameters	
								34,121 Preset Call Configs ▾	
								Channel (UARFCN) Params	
		Active Cell Connected			Sys Type: UTRA FDD				
1 of 2				IntRef	Offset			1 of 3	

Figura 20 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda II (medición 4)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1907.6 MHz
<b>ANCHO DE BANDA OCUPADO</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Occupied Bandwidth</b>		<b>Call Parms</b>
Occupied BW Setup ▾	Minimum <b>4.155 MHz</b>	Maximum <b>4.170 MHz</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>4.163 MHz</b>	Std Dev <b>0.004 MHz</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Node
Calibrate Measurements			HSPA Parameters
			34.121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Parms
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2		IntRef Offset	1 of 3

Figura 21 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda II (medición 4)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Bajo
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	826.4 MHz
<b>ANCHO DE BANDA OCUPADO</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Occupied Bandwidth</b>		<b>Call Parms</b>
Occupied BW Setup ▾	Minimum <b>4.188 MHz</b>	Maximum <b>4.198 MHz</b>	Cell Power -50.00 dBm/3.84 MHz
	Average <b>4.193 MHz</b>	Std Dev <b>0.002 MHz</b>	Channel Type 12.2k + HSDPA
	100 / 100	Single	Paging Service RB Test Node
Calibrate Measurements			HSPA Parameters
			34.121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Parms
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2		IntRef Offset	1 of 3

Figura 22 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda V (medición 4)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Medio
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	836.4 MHz
<b>ANCHO DE BANDA OCUPADO</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Occupied Bandwidth</b>		<b>Call Parm</b>
Occupied BW Setup ▾	Minimum <b>4.166 MHz</b>	Maximum <b>4.182 MHz</b>	Cell Power -50.00
	Average <b>4.172 MHz</b>	Std Dev <b>0.004 MHz</b>	dBm/3.84 MHz
	100 /100	Single	Channel Type 12.2k + HSDPA
Calibrate Measurements			Paging Service RB Test Node
			HSPA Parameters
			34.121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Parm
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2	IntRef	Offset	1 of 3

Figura 23 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda V (medición 5)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	846.6 MHz
<b>ANCHO DE BANDA OCUPADO</b>			
Measurement/Instrument Screen			
<b>Control</b>	<b>Occupied Bandwidth</b>		<b>Call Parm</b>
Occupied BW Setup ▾	Minimum <b>4.164 MHz</b>	Maximum <b>4.177 MHz</b>	Cell Power -50.00
	Average <b>4.171 MHz</b>	Std Dev <b>0.003 MHz</b>	dBm/3.84 MHz
	100 /100	Single	Channel Type 12.2k + HSDPA
Calibrate Measurements			Paging Service RB Test Node
			HSPA Parameters
			34.121 Preset Call Configs ▾
			Channel (UARFCN) Parm
	Active Cell Connected		Sys Type: UTRA FDD
1 of 2	IntRef	Offset	1 of 3

Figura 24 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda V (medición 5)

### 3.3.10.5. Máscara de emisión espectral

#### 3.3.10.5.1. Descripción de la prueba

La máscara de emisión espectral del EBP se aplica al rango de frecuencias ( $\Delta f$ ) que están entre  $\pm 2,5$  MHz a  $\pm 12,5$  MHz de distancia de la frecuencia central del canal.

Se considera:

- Todos los parámetros para la realización de mediciones se configuran a la máxima potencia.
- Pérdidas por conectorización.
- Las mediciones se realizan para canal: bajo medio y alto.

#### 3.3.10.5.2. Equipos utilizados en las mediciones

Ver lista de equipos de medición utilizados en este reporte.

#### 3.3.10.5.3. Procedimiento para la prueba

1. El EBP se conecta a la Jaula de Faraday a través del cable RF con su respectivo conector.
2. El puerto de salida de transmisión de la Jaula de Faraday se conecta al equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
3. Establecer en el EBP la máxima potencia a través del equipo “*Wireless Communications Test Set*”.
4. Seleccionar los canales bajo, medio y alto en cada banda, para obtener las mediciones de Mascara de Emisión Espectral (*Spectrum Emission Mask*).
5. El resultado se obtiene de manera numérica y gráfica.

#### 3.3.10.5.4. Diagrama de la prueba

Se utiliza el diagrama básico de conexión, Figura 3.11 (Sección 3.2.4.1).

## 3.3.10.5.5. Resultados de la prueba

Tabla 22 Resultados para la Banda II (medición 5)

MÁSCARA DE EMISIÓN ESPECTRAL				
	RANGO (MHz)	NIVEL MEDIDO (dBc)	MARGEN (dB)	RESULTADO
<b>CANAL</b>				
<b>9262</b>	1: 2.5 – 3.5	-63.19	13.72	PASA
	2: 3.5 – 7.5	-47.02	11.02	PASA
	3: 7.5 – 8.5	-58.55	9.55	PASA
	4: 8.5 – 12.5	-58.55	9.55	PASA
	A1: 2.5 – 3.5	-37.57	22.57	PASA
	A2: 3.5 – 12.5	-34.63	21.63	PASA
<b>9400</b>	1: 2.5 – 3.5	-62.95	13.48	PASA
	2: 3.5 – 7.5	-47.09	11.09	PASA
	3: 7.5 – 8.5	-59.87	10.87	PASA
	4: 8.5 – 12.5	-59.87	10.87	PASA
	A1: 2.5 – 3.5	-38.17	23.17	PASA
	A2: 3.5 – 12.5	-35.75	22.75	PASA
<b>9538</b>	1: 2.5 – 3.5	-60.46	10.98	PASA
	2: 3.5 – 7.5	-44.95	8.95	PASA
	3: 7.5 – 8.5	-58.84	9.84	PASA
	4: 8.5 – 12.5	-58.84	9.84	PASA
	A1: 2.5 – 3.5	-34.08	19.08	PASA
	A2: 3.5 – 12.5	-33.15	20.15	PASA

Tabla 23 Resultados para la Banda V (medición 5)

MÁSCARA DE EMISIÓN ESPECTRAL				
	RANGO (MHz)	NIVEL MEDIDO (dBc)	MARGEN (dB)	RESULTADO
<b>CANAL</b>				
<b>4132</b>	1: 2.5 – 3.5	-55.36	3.04	PASA
	2: 3.5 – 7.5	-38.18	2.68	PASA
	3: 7.5 – 8.5	-55.69	6.69	PASA
	4: 8.5 – 12.5	-55.69	6.69	PASA
	A1: 2.5 – 3.5	-24.48	9.48	PASA
	A2: 3.5 – 12.5	-25.42	12.42	PASA

Continuación Tabla 23

MÁSCARA DE EMISIÓN ESPECTRAL				
	RANGO (MHz)	NIVEL MEDIDO (dBc)	MARGEN (dB)	RESULTADO
<b>CANAL</b>				
<b>4182</b>	1: 2.5 – 3.5	-51.32	2.15	PASA
	2: 3.5 – 7.5	-37.06	1.56	PASA
	3: 7.5 – 8.5	-54.14	5.14	PASA
	4: 8.5 – 12.5	-54.14	5.14	PASA
	A1: 2.5 – 3.5	-25.47	10.47	PASA
	A2: 3.5 – 12.5	-24.52	11.52	PASA
<b>4233</b>	1: 2.5 – 3.5	-51.32	2.20	PASA
	2: 3.5 – 7.5	-36.92	1.42	PASA
	3: 7.5 – 8.5	-52.82	3.82	PASA
	4: 8.5 – 12.5	-52.82	3.82	PASA
	A1: 2.5 – 3.5	-26.28	11.28	PASA
	A2: 3.5 – 12.5	-24.93	11.93	PASA

## 3.3.10.5.6. Pantallas de resultados de la prueba

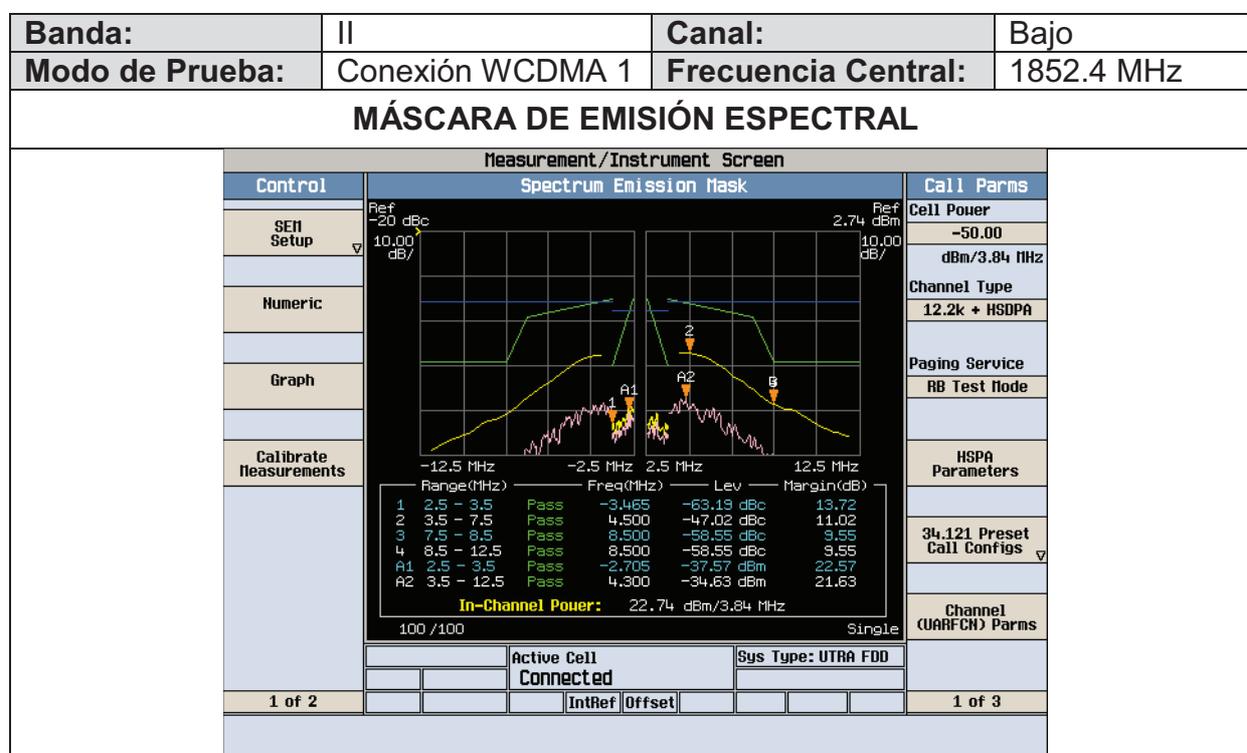


Figura 25 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda II (medición 5)



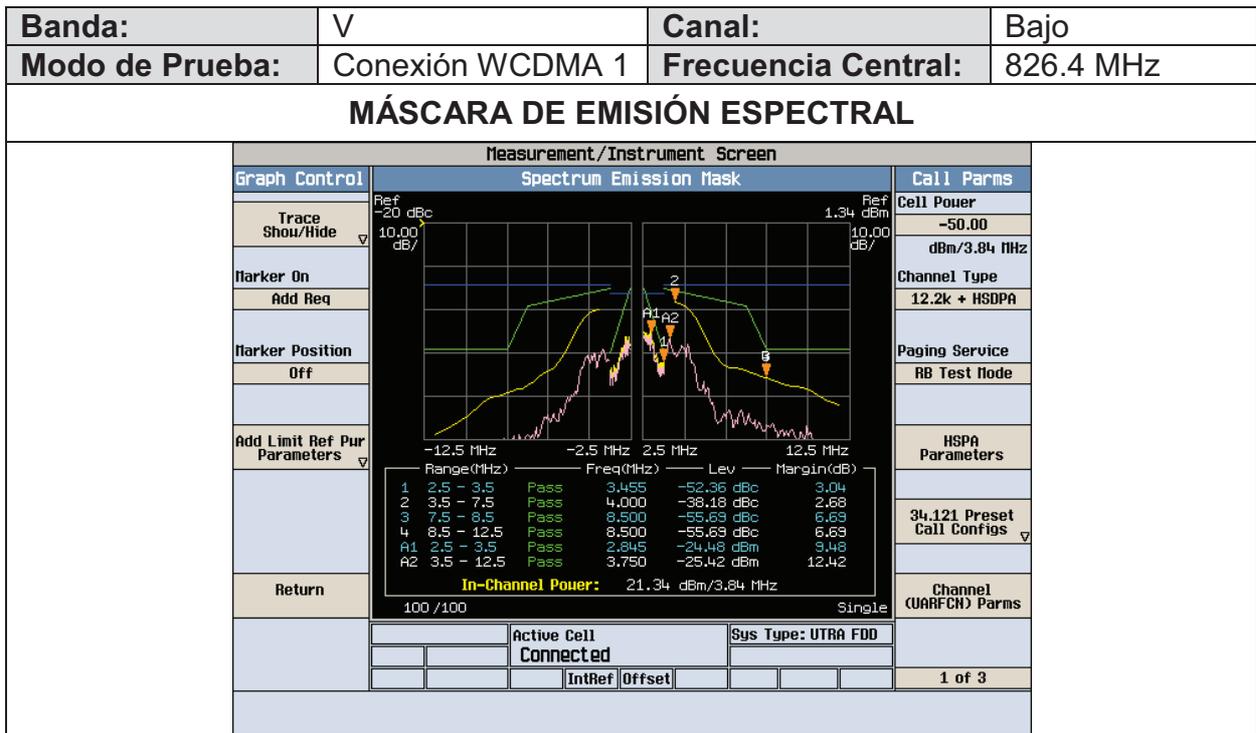


Figura 28 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda V (medición 5)

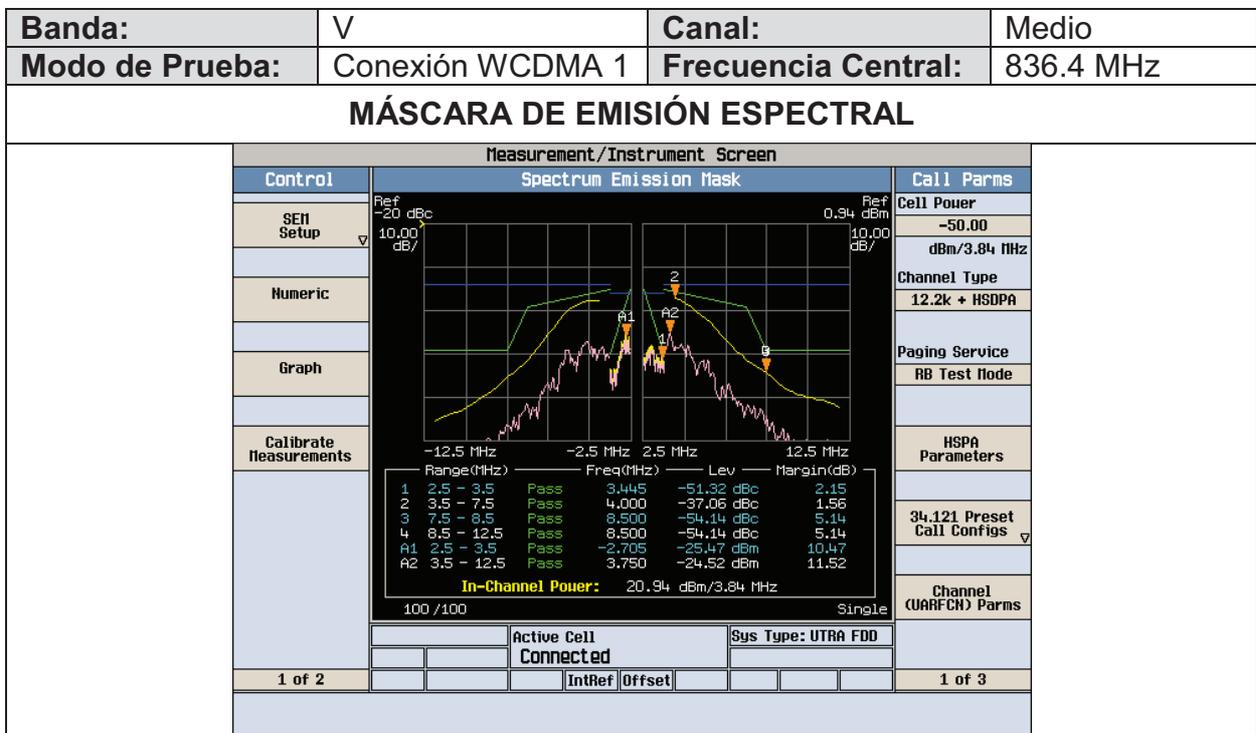


Figura 29 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda V (medición 5)

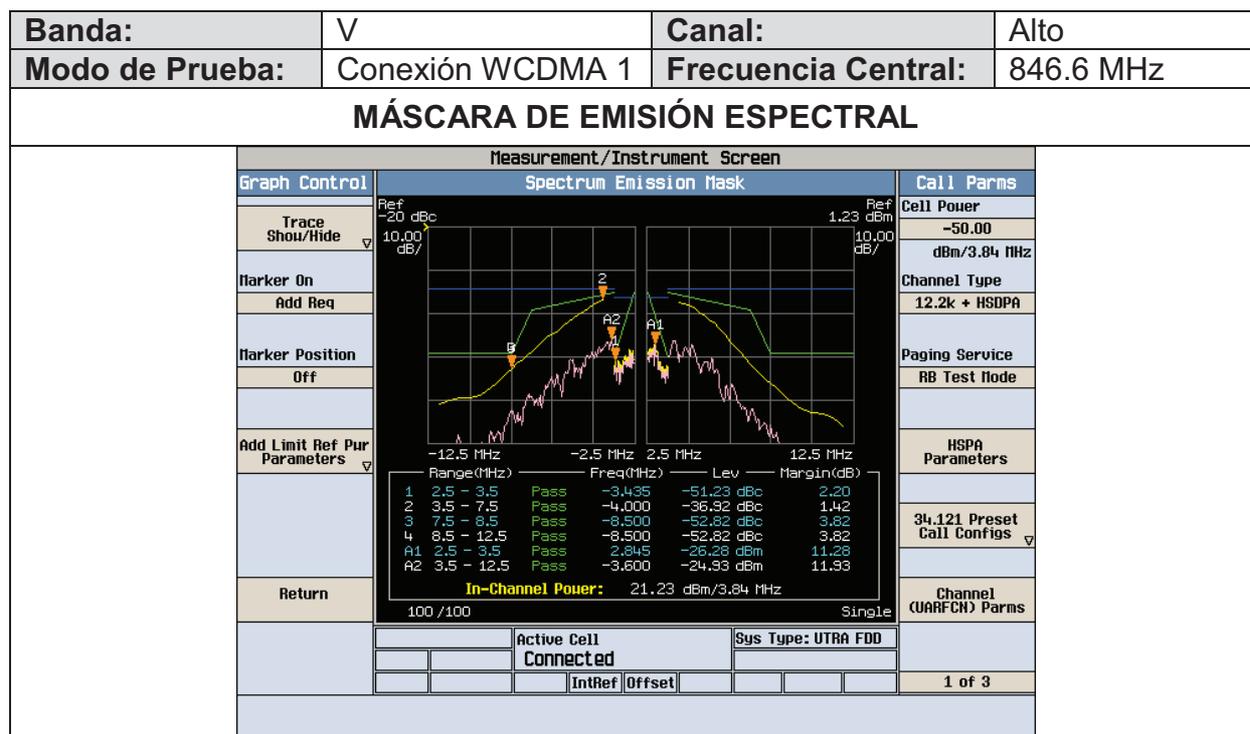


Figura 30 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda V (medición 5)

### 3.3.10.6. Tasa de potencia interferente en el canal adyacente con HS-DPCCH

#### 3.3.10.6.1. Descripción de la prueba

La tasa de potencia interferente en el canal adyacente (ACLR, *Adjacent Channel Leakage Power Ratio*) es la relación entre la potencia media del canal filtrada con un filtro RRC centrado en la frecuencia asignada y la potencia media del canal filtrada con un filtro RRC centrado en la frecuencia del canal adyacente. El filtro tiene un ancho de banda de 3,84 MHz.

Se considera:

- Todos los parámetros para la realización de mediciones se configuran a la máxima potencia.
- Pérdidas por conectorización.
- Las mediciones se realizan para canal: bajo medio y alto.

### 3.3.10.6.2. Equipos utilizados en las mediciones

Ver lista de equipos de medición utilizados en este reporte.

### 3.3.10.6.3. Procedimiento para la prueba

1. El EBP se conecta a la Jaula de Faraday a través del cable RF con su respectivo conector.
2. El puerto de salida de transmisión de la Jaula de Faraday se conecta al equipo “Wireless Communications Test Set”.
3. Establecer en el EBP la máxima potencia a través del equipo “Wireless Communications Test Set”.
4. Seleccionar los canales bajo, medio y alto en cada banda, para obtener las mediciones de Tasa de Potencia Interferente en el Canal Adyacente (*Adjacent Channel Leakage Ratio*).
5. El resultado se obtiene de manera numérica y gráfica.

### 3.3.10.6.4. Diagrama de la prueba

Se utiliza el diagrama básico de conexión, Figura 3.11 (Sección 3.2.4.1).

### 3.3.10.6.5. Resultados de la prueba

**Tabla 24 Resultados para la Banda II (medición 6)**

TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE				
	CLASE DE POTENCIA 3			
	OFFSET	MAX TASA MEDIDA (dBc)	LÍMITE ACLR (dB)	RESULTADO
CANAL				
9262	- 5 MHz	-43.08	32.2	PASA
	+ 5 MHz	-42.47	32.2	PASA
	- 10 MHz	-57.33	42.2	PASA
	+ 10 MHz	-55.03	42.2	PASA

Continuación Tabla 24

TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE				
CLASE DE POTENCIA 3				
	OFFSET	MAX TASA MEDIDA (dBc)	LÍMITE ACLR (dB)	RESULTADO
9400	- 5 MHz	-42.38	32.2	PASA
	+ 5 MHz	-44.00	32.2	PASA
	- 10 MHz	-56.66	42.2	PASA
	+ 10 MHz	-57.40	42.2	PASA
9538	- 5 MHz	-40.85	32.2	PASA
	+ 5 MHz	-43.67	32.2	PASA
	- 10 MHz	-55.38	42.2	PASA
	+ 10 MHz	-57.64	42.2	PASA

Tabla 25 Resultados para la Banda V (medición 6)

TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE				
CLASE DE POTENCIA 3				
	OFFSET	MAX TASA MEDIDA (dBc)	LÍMITE ACLR (dB)	RESULTADO
<b>CANAL</b>				
4132	- 5 MHz	-37.53	32.2	PASA
	+ 5 MHz	-36.51	32.2	PASA
	- 10 MHz	-55.44	42.2	PASA
	+ 10 MHz	-49.81	42.2	PASA
4182	- 5 MHz	-33.54	32.2	PASA
	+ 5 MHz	-33.53	32.2	PASA
	- 10 MHz	-53.04	42.2	PASA
	+ 10 MHz	-51.74	42.2	PASA
4233	- 5 MHz	-32.47	32.2	PASA
	+ 5 MHz	-33.44	32.2	PASA
	- 10 MHz	-50.49	42.2	PASA
	+ 10 MHz	-53.61	42.2	PASA

## 3.3.10.6.6. Pantallas de resultados de la prueba



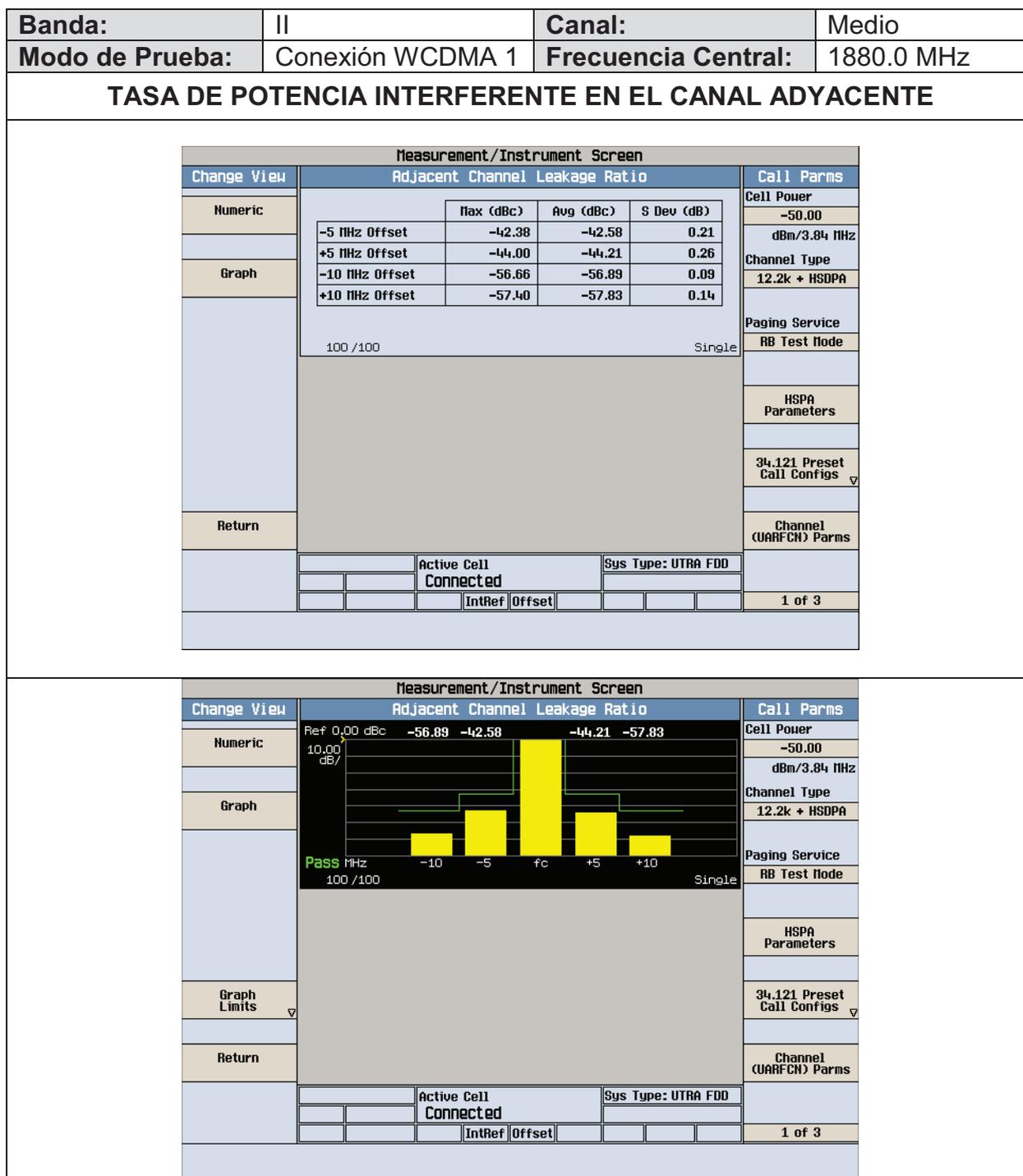


Figura 32 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda II (medición 6)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1907.6 MHz

**TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE**

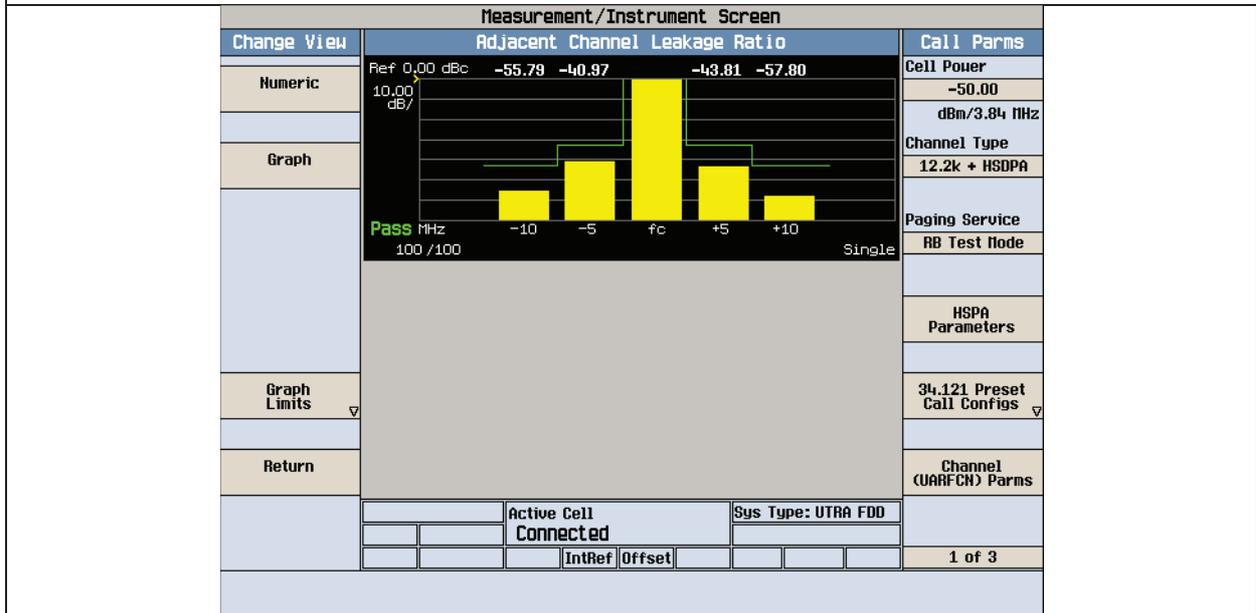
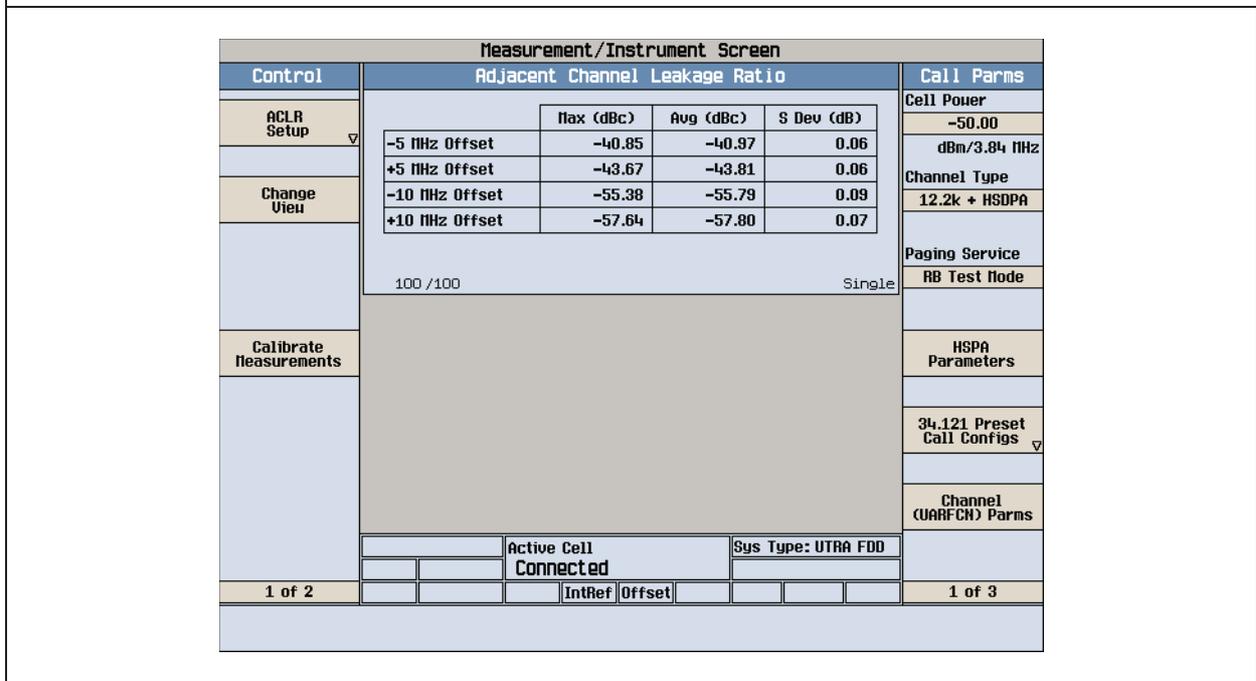


Figura 33 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda II (medición 6)





<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	846.6 MHz

**TASA DE POTENCIA INTERFERENTE EN EL CANAL ADYACENTE**

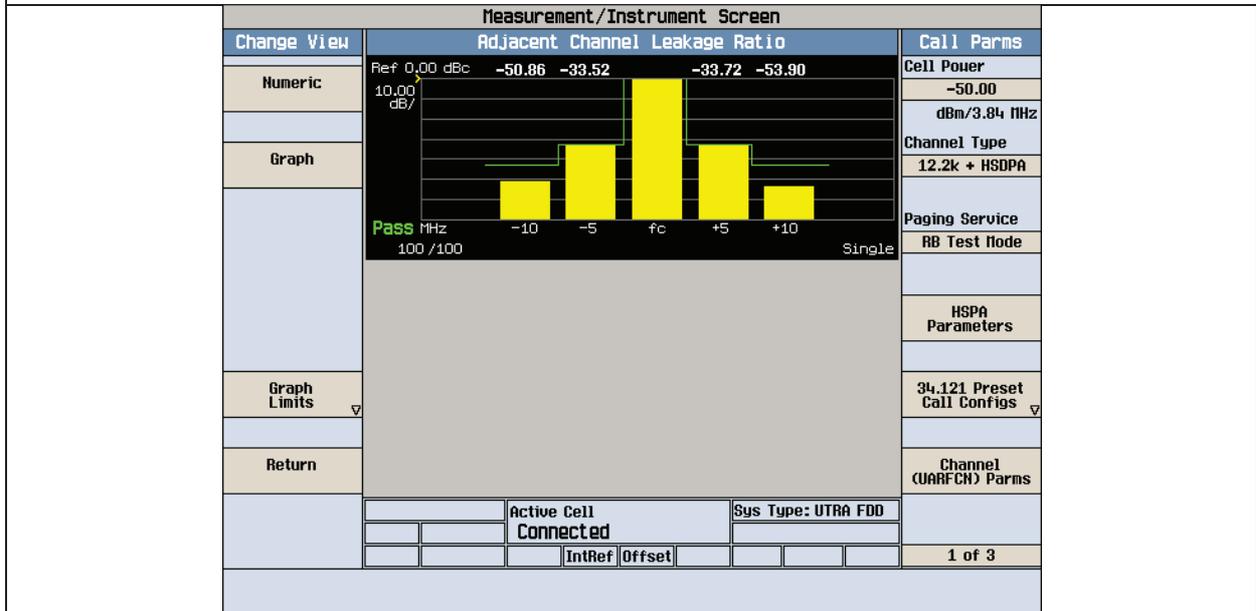
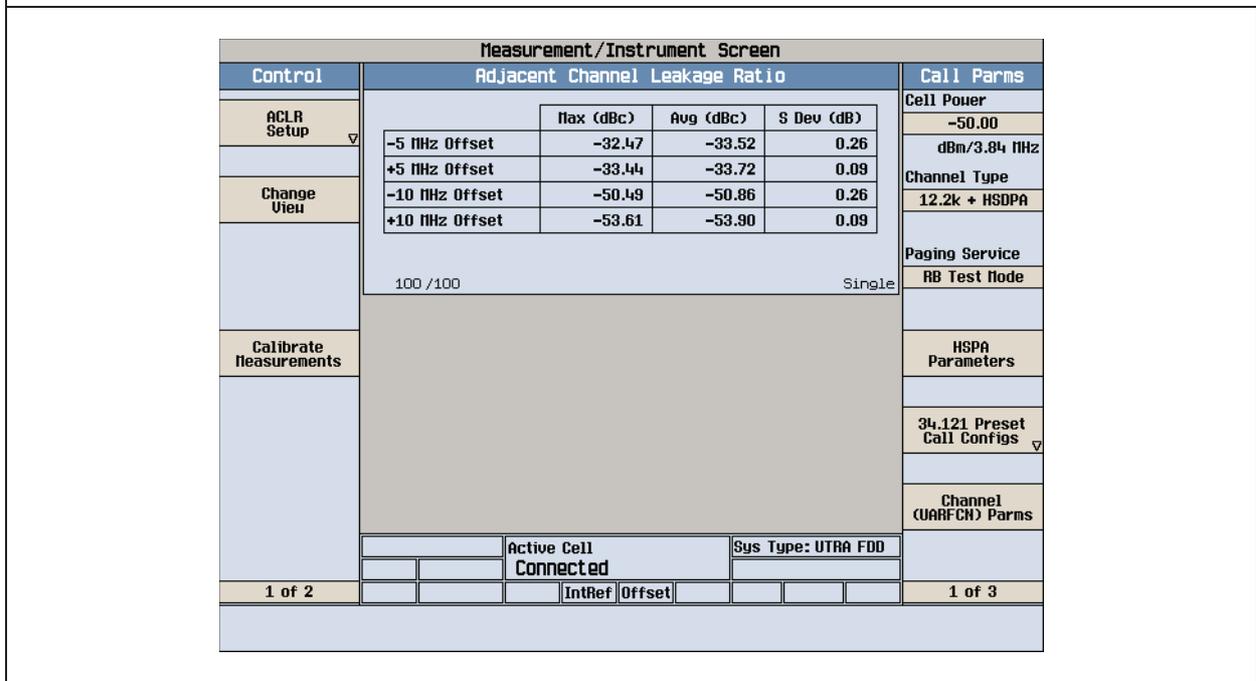


Figura 36 Pantalla: Resultado para canal alto en la banda V (medición 6)

### 3.3.10.7. Emisiones espurias

#### 3.3.10.7.1. Descripción de la prueba

Las emisiones espurias son emisiones causadas por efectos de transmisión no deseados tales como emisiones de armónicos, emisiones parásitas, efectos de intermodulación y efectos de conversión de frecuencias, pero excluidas fuera de las bandas de emisión.

Se considera:

- Se considera emisiones fuera de las bandas de emisión.
- Todos los parámetros para la realización de mediciones se configuran a la máxima potencia.
- Pérdidas por conectorización.
- Las mediciones se realizan para canal: bajo medio y alto.

#### 3.3.10.7.2. Equipos utilizados en las mediciones

Ver lista de equipos de medición utilizados en este reporte.

#### 3.3.10.7.3. Procedimiento para la prueba

1. El EBP se conecta a la Jaula de Faraday a través del cable RF con su respectivo conector.
2. El puerto de salida de transmisión de la Jaula de Faraday se conecta al puerto 1 (señal entrante) del "Power Splitter".
3. El puerto 2 del "Power Splitter" se conecta a la salida/entrada RF del equipo "Wireless Communications Test Set" y el puerto 3 se conecta a la entrada RF del equipo "EXA Signal Analyzer".
4. Establecer en el EBP la máxima potencia a través del equipo "Wireless Communications Test Set".

5. Seleccionar los canales bajo, medio y alto en cada banda, para obtener las mediciones de Emisiones Espurias (*Spurious Emissions*).

3.3.10.7.4. *Diagrama de la prueba*

Se utiliza el diagrama conjunto de conexión, Figura 3.12 (Sección 3.2.4.2).

3.3.10.7.5. *Resultados de la prueba*

**Tabla 26 Resultados para la Banda II (medición 7)**

EMISIONES ESPURIAS				
	RANGO DE FRECUENCIAS	MAX AMPLITUD MEDIDA (dBm)	LÍMITE (dBm)	RESULTADO
<b>CANAL</b>				
<b>9262</b>	9 KHz – 150 KHz	-43.26	- 36	PASA
	150 KHz – 30 MHz	-58.93	- 36	PASA
	30 MHz – 1 GHz	-50.30	- 36	PASA
	1 GHz – 12.75 GHz	< -30.00	- 30	PASA
<b>9400</b>	9 KHz – 150 KHz	-42.92	- 36	PASA
	150 KHz – 30 MHz	-57.11	- 36	PASA
	30 MHz – 1 GHz	-50.80	- 36	PASA
	1 GHz – 12.75 GHz	< -30.00	- 30	PASA
<b>9538</b>	9 KHz – 150 KHz	-66.02	- 36	PASA
	150 KHz – 30 MHz	-76.87	- 36	PASA
	30 MHz – 1 GHz	-65.19	- 36	PASA
	1 GHz – 12.75 GHz	< -30.00	- 30	PASA

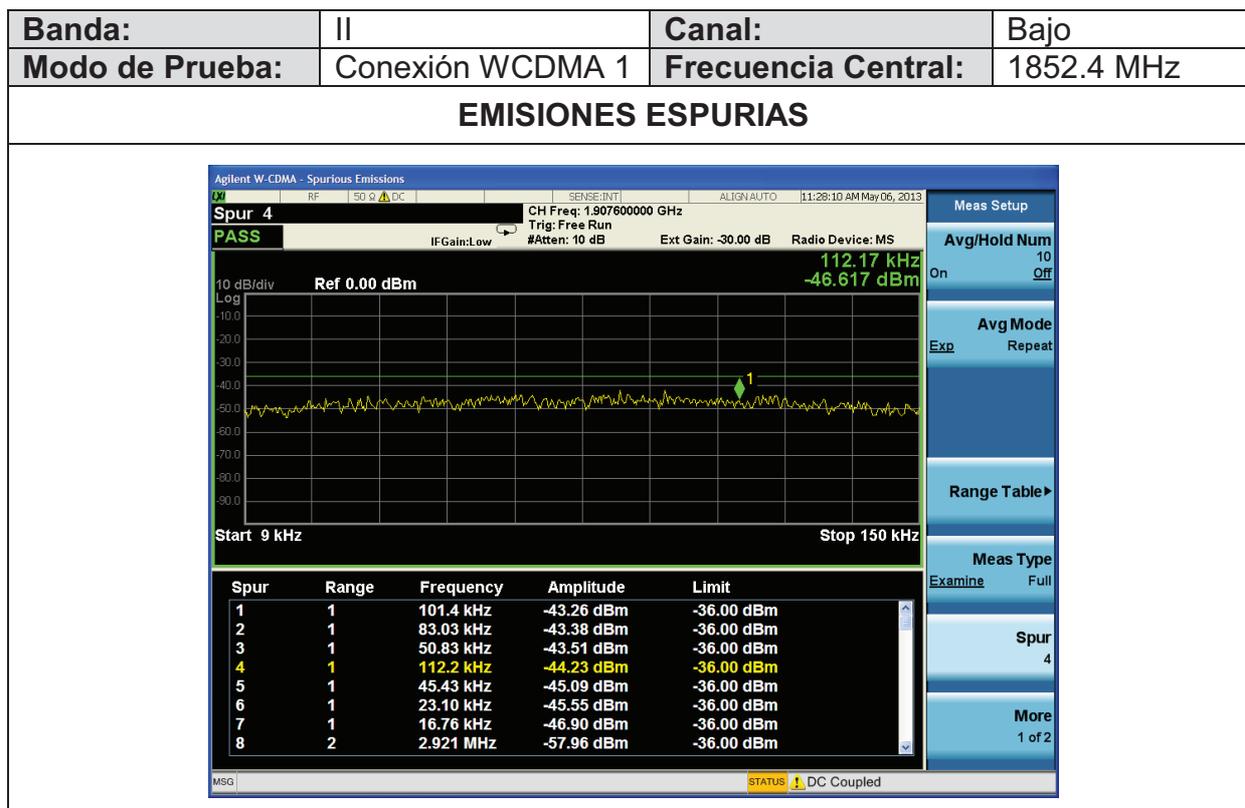
**Tabla 27 Resultados para la Banda V (medición 7)**

EMISIONES ESPURIAS				
	RANGO DE FRECUENCIAS	MAX AMPLITUD MEDIDA (dBm)	LÍMITE (dBm)	RESULTADO
<b>CANAL</b>				
<b>4132</b>	9 KHz – 150 KHz	-51.57	- 36	PASA
	150 KHz – 30 MHz	-58.50	- 36	PASA
	30 MHz – 1 GHz	-47.43	- 36	PASA
	1 GHz – 12.75 GHz	< -30.00	- 30	PASA

Continuación Tabla 27

EMISIONES ESPURIAS				
	RANGO DE FRECUENCIAS	MAX AMPLITUD MEDIDA (dBm)	LÍMITE (dBm)	RESULTADO
<b>CANAL</b>				
<b>4182</b>	9 KHz – 150 KHz	-51.13	- 36	PASA
	150 KHz – 30 MHz	-58.69	- 36	PASA
	30 MHz – 1 GHz	-47.53	- 36	PASA
	1 GHz – 12.75 GHz	< -30.00	- 30	PASA
<b>4233</b>	9 KHz – 150 KHz	-52.20	- 36	PASA
	150 KHz – 30 MHz	< -36.00	- 36	PASA
	30 MHz – 1 GHz	-45.26	- 36	PASA
	1 GHz – 12.75 GHz	< -30.00	- 30	PASA

## 3.3.10.7.6. Pantallas de resultados de la prueba



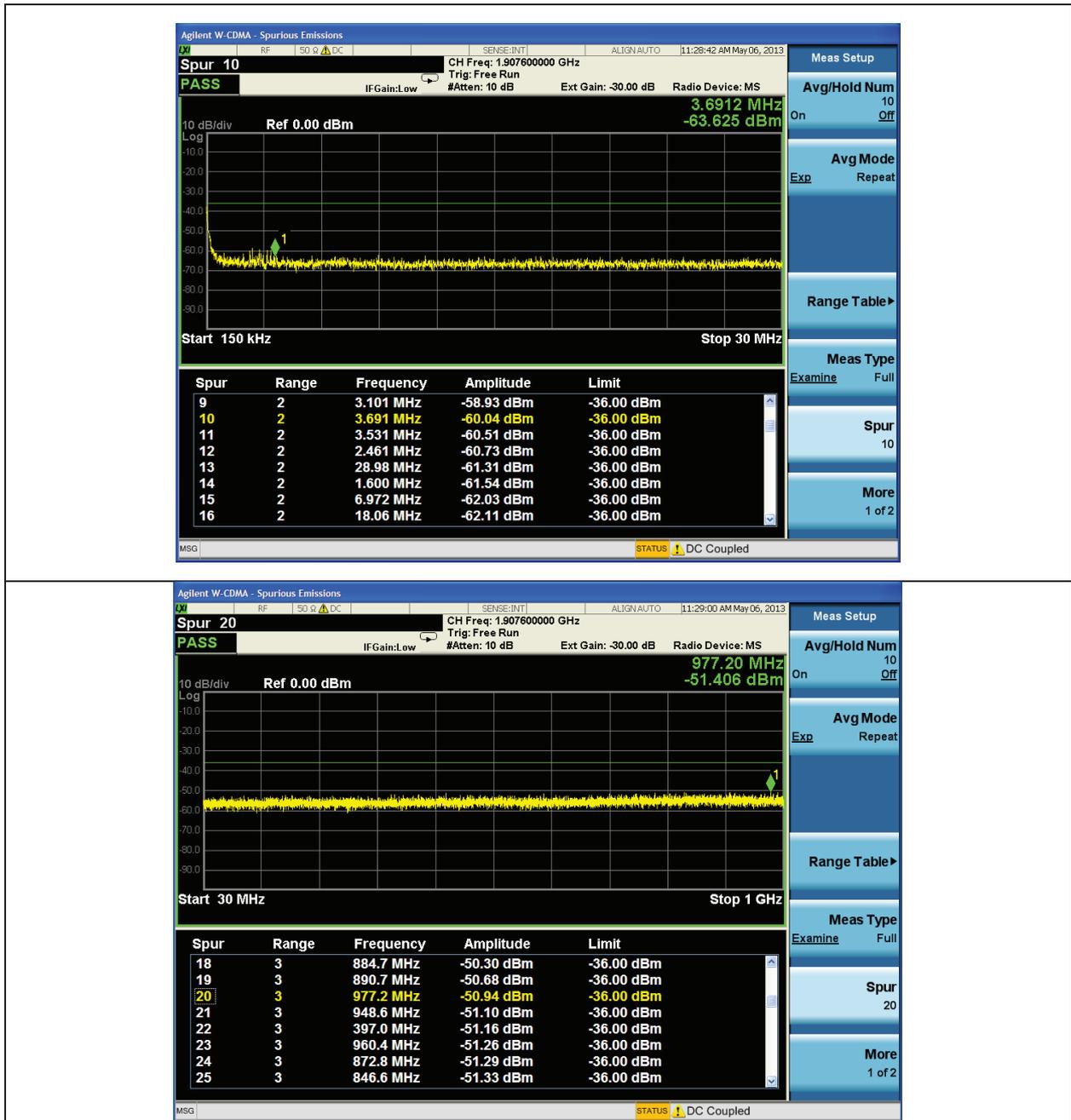
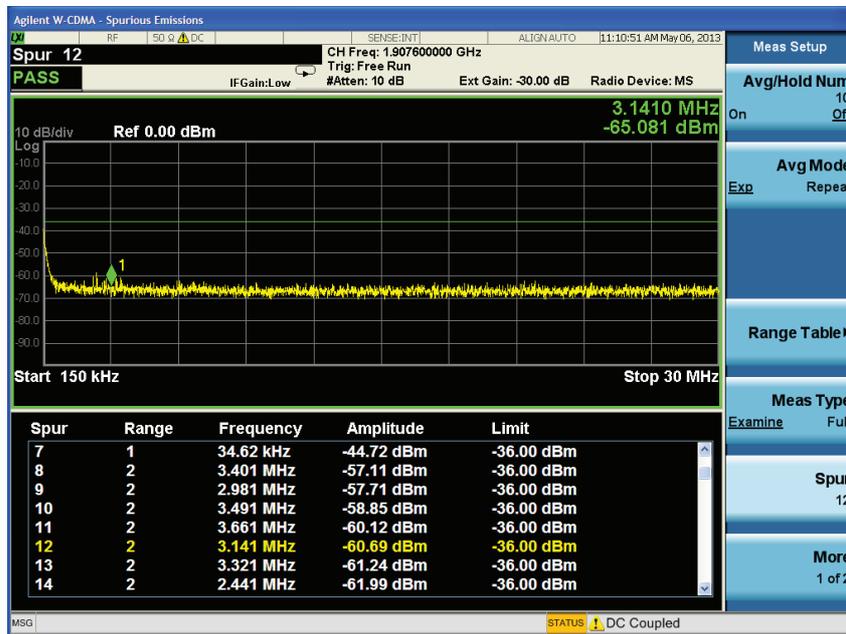
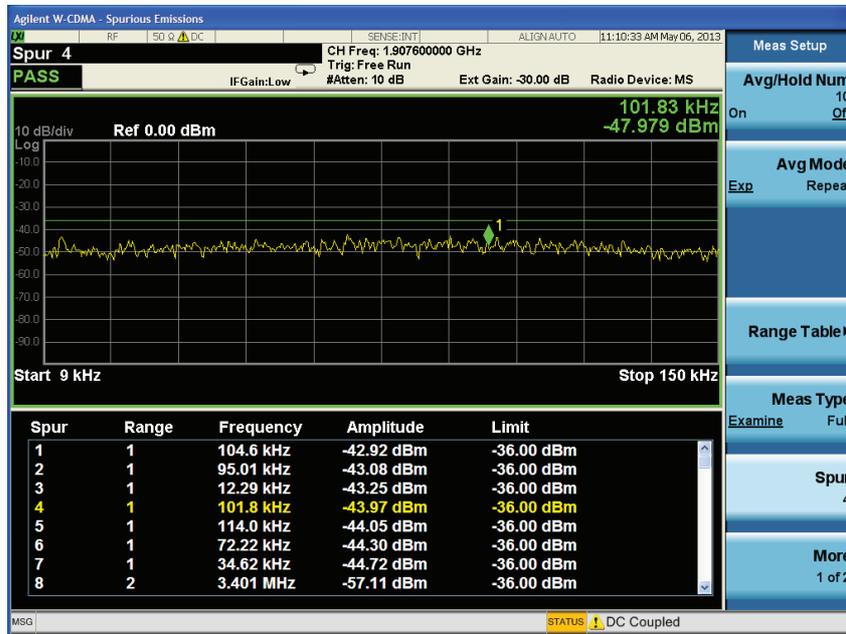


Figura 37 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda II (medición 7)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Medio
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1880.0 MHz

**EMISIONES ESPURIAS**



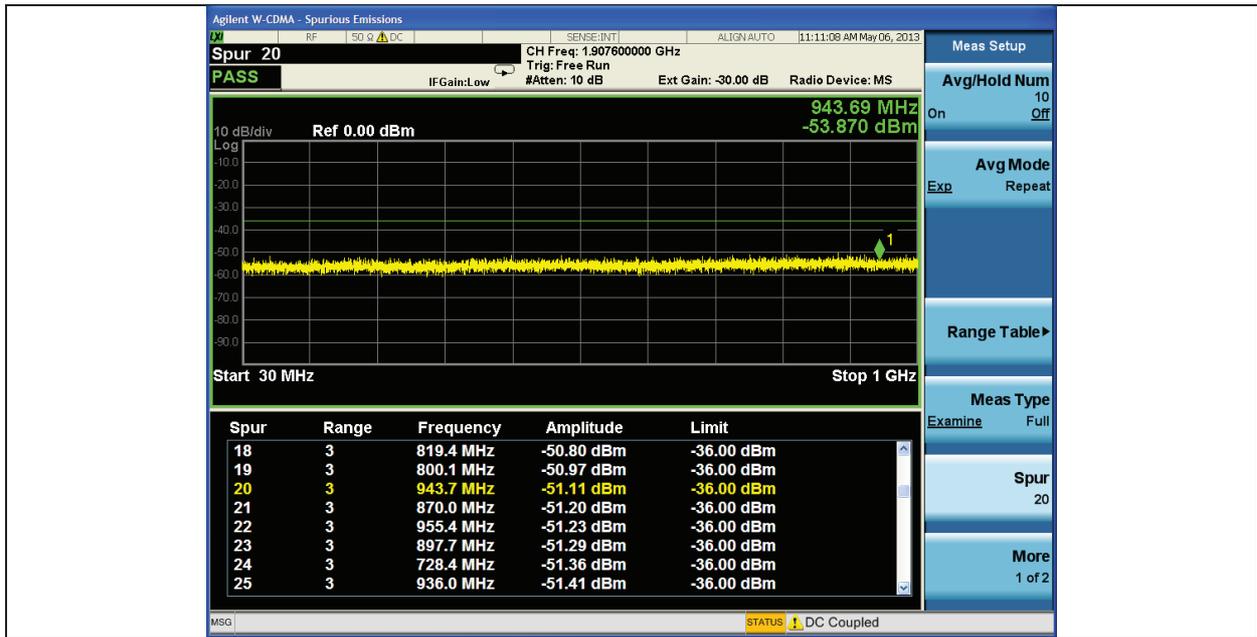
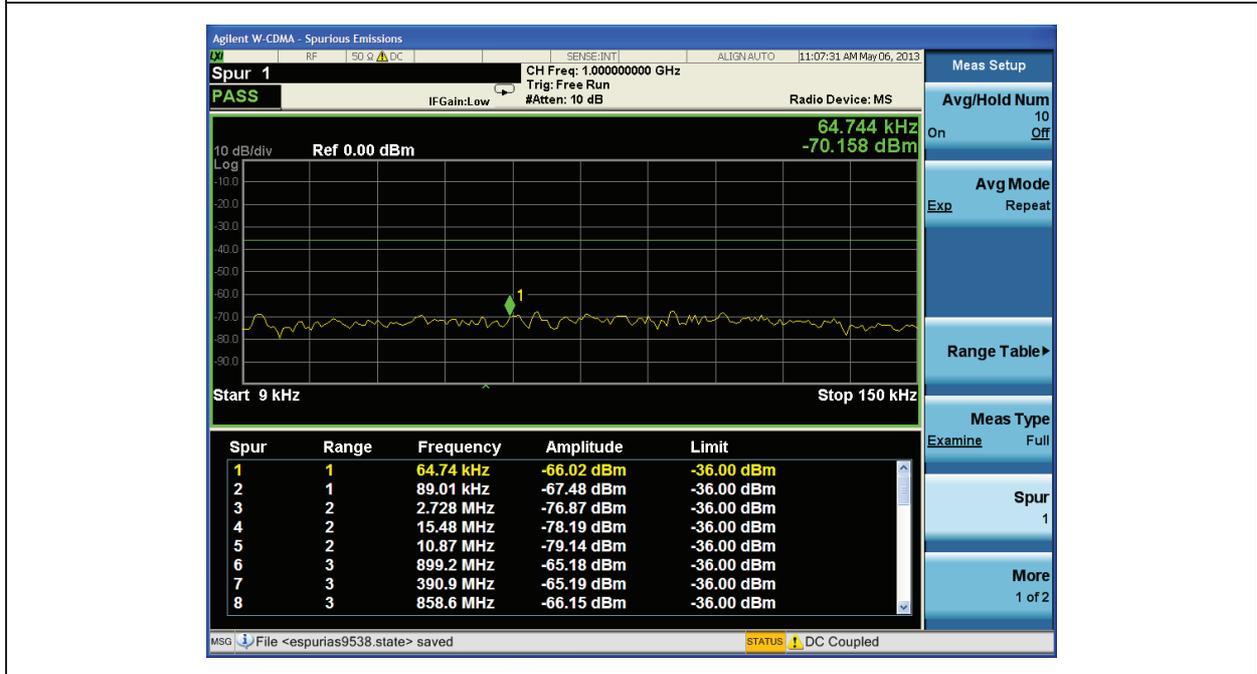


Figura 38 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda II (medición 7)

<b>Banda:</b>	II	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	1907.6 MHz

**EMISIONES ESPURIAS**



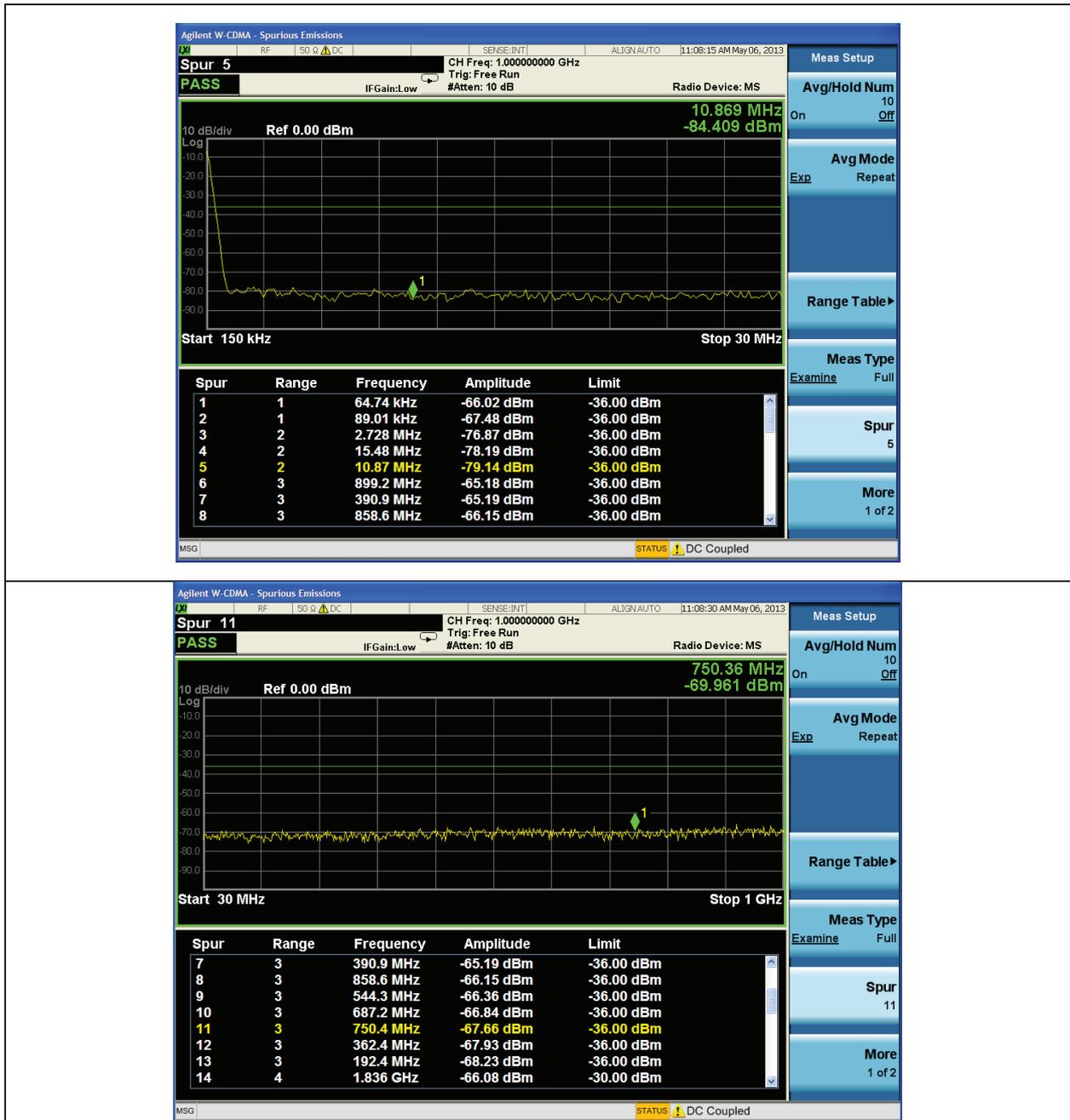
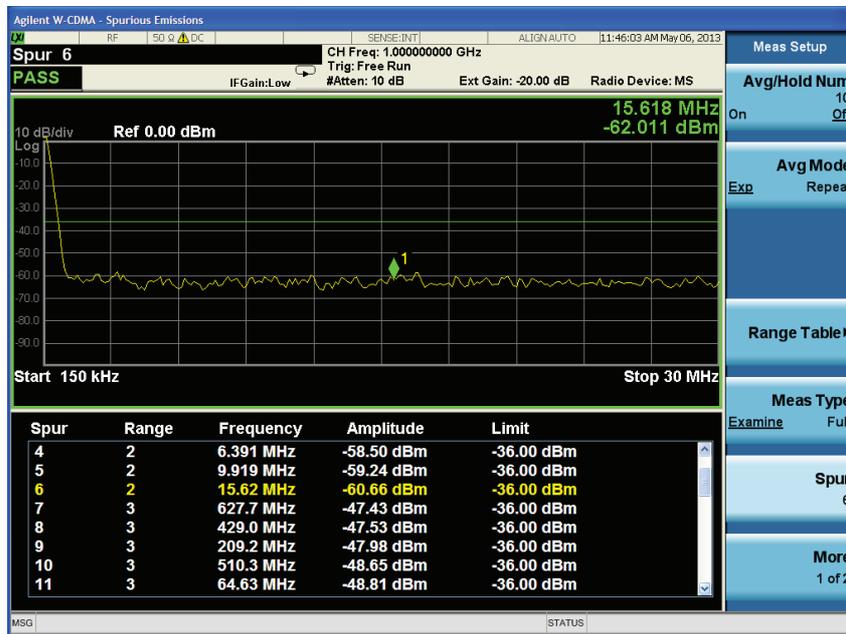
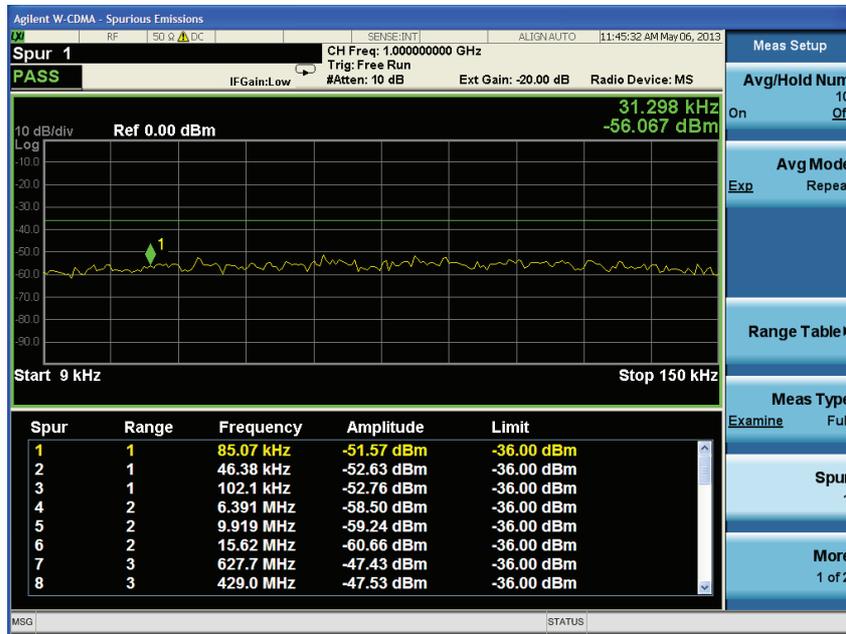


Figura 39 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda II (medición 7)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Bajo
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	826.4 MHz

### EMISIONES ESPURIAS



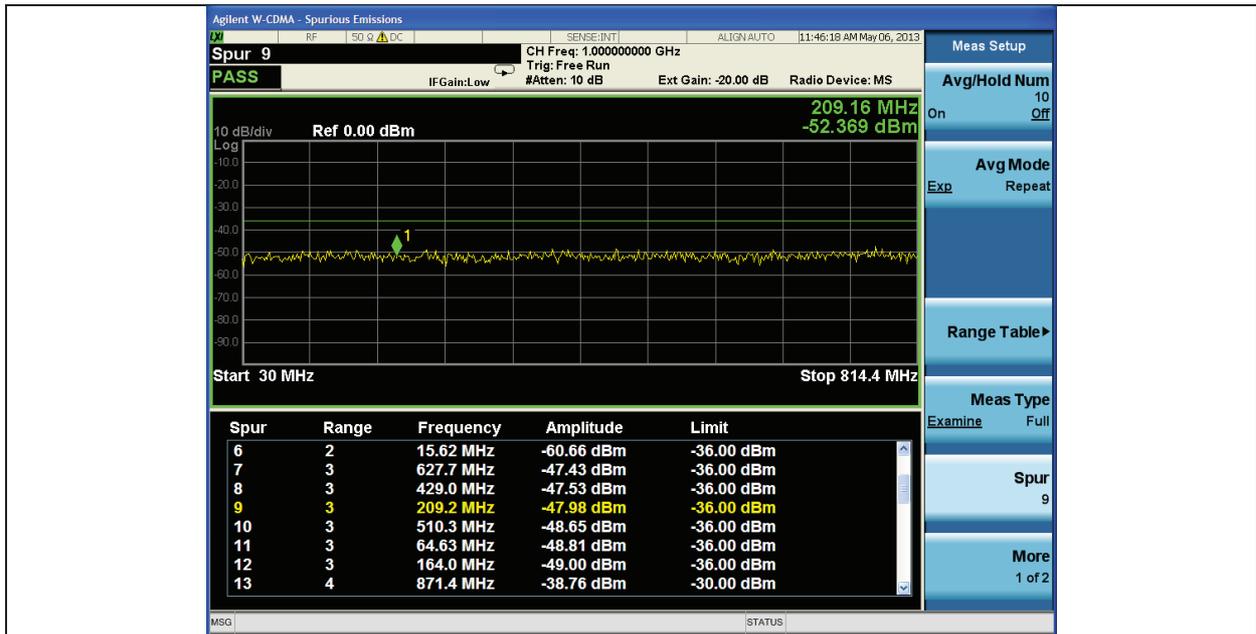


Figura 40 Pantalla: Resultado para canal bajo en la Banda V (medición 7)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Medio
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	836.4 MHz

**EMISIONES ESPURIAS**



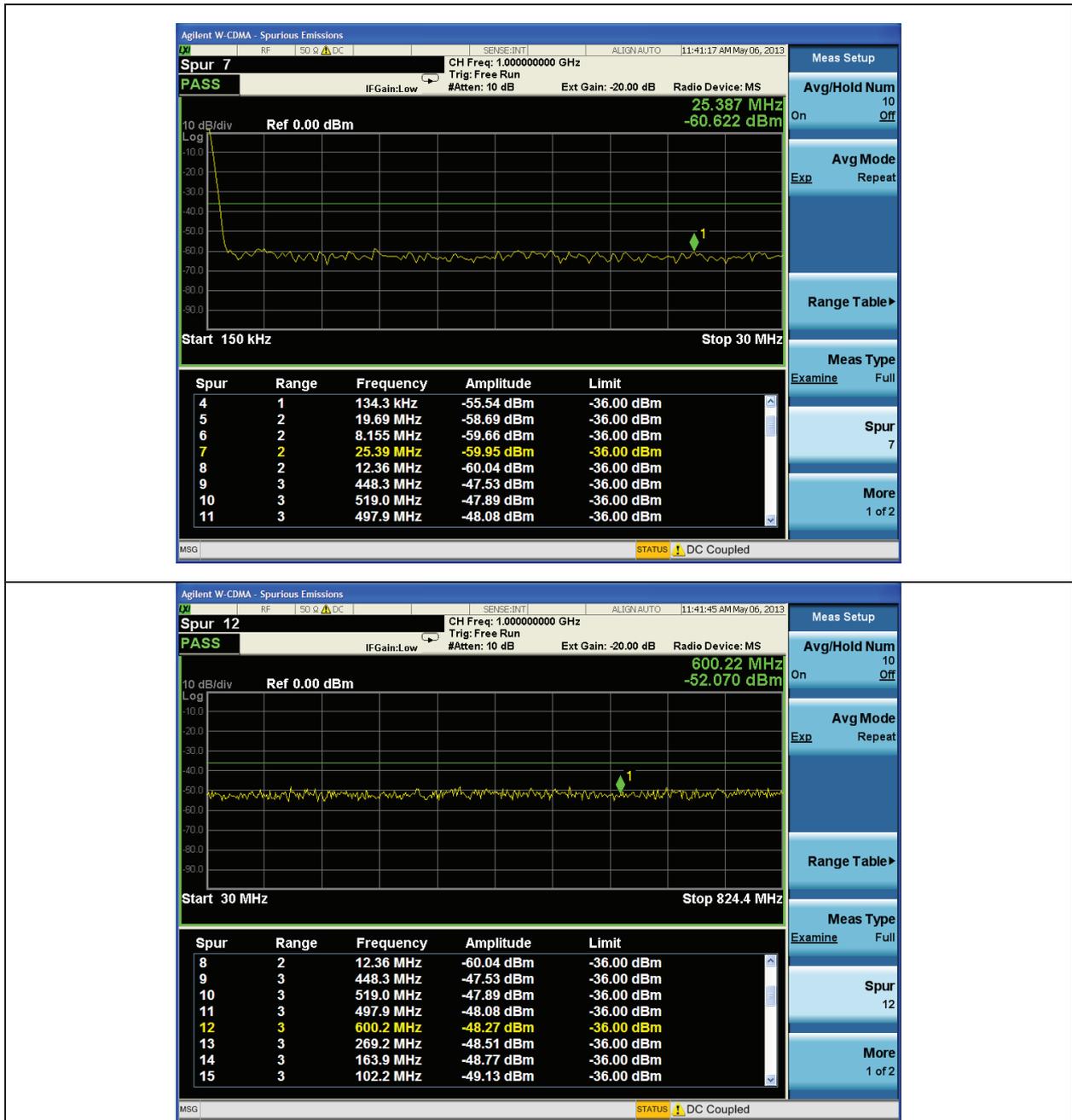


Figura 41 Pantalla: Resultado para canal medio en la Banda V (medición 7)

<b>Banda:</b>	V	<b>Canal:</b>	Alto
<b>Modo de Prueba:</b>	Conexión WCDMA 1	<b>Frecuencia Central:</b>	846.6 MHz

**EMISIONES ESPURIAS**

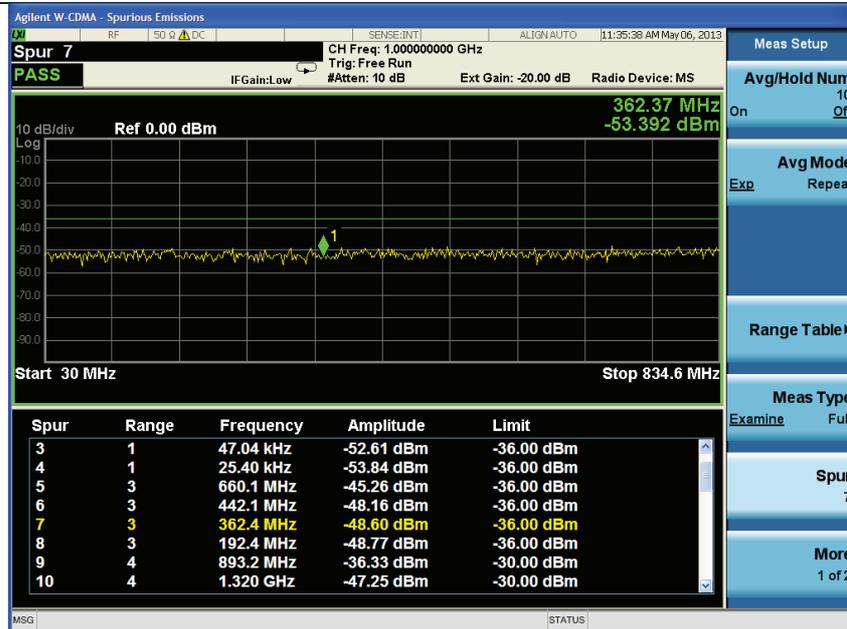
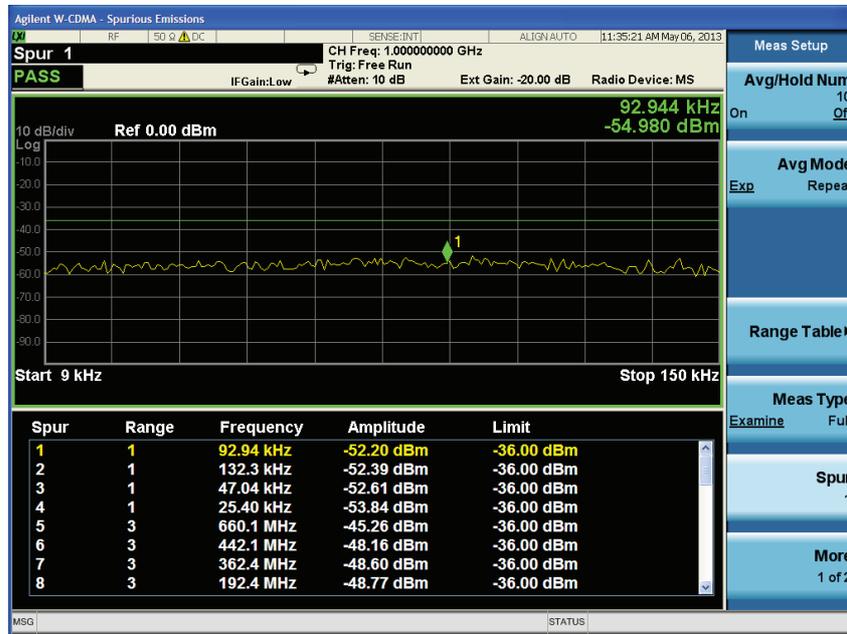


Figura 42 Pantalla: Resultado para canal alto en la Banda V (medición 7)

3.3.11. FOTOGRAFÍAS DEL EBP

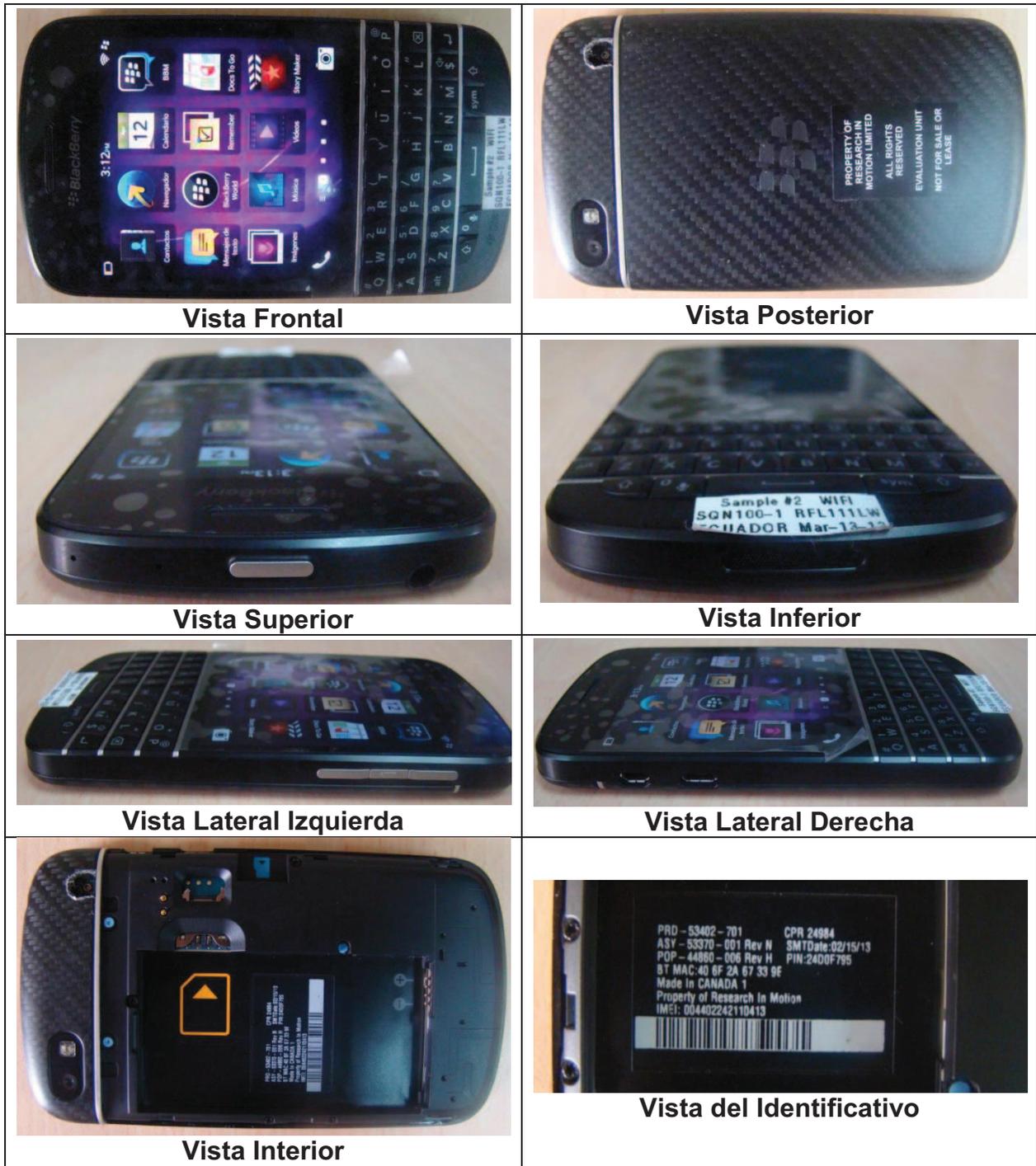


Figura 43 Fotografías del EBP en diferentes posiciones

FIN DEL REPORTE

## REFERENCIAS

- [1] AGILENT TECHNOLOGIES. *Agilent E1963A W-CDMA Mobile Test Application*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [2] AGILENT TECHNOLOGIES. *Agilent 8960 Wireless Communications Test Set*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [3] AGILENT TECHNOLOGIES. *EC5010CE RF Shield Box*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [4] AGILENT TECHNOLOGIES. *N9073A & W9073A W-CDMA/HSPA/HSPA+*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [5] AGILENT TECHNOLOGIES. *User's and Service Guide 11667A Power Splitter*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [6] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2011). *Contrato de implementación del laboratorio de verificación técnica de equipos, Fase I*, Documento electrónico <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=kye7mKn0T6XtG0t5FD6KgW7hpLLCMATWCas6DJaTsiY>.
- [7] SUPERTEL. *Anexo B al Contrato de implementación del laboratorio de verificación técnica de equipos, Fase I*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [8] 3GPP (2011). Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification. 3GPP TS 34.121-1 version 9.3.0 Release 9, Documento electrónico [http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/134100\\_134199/13412101/09.03.00\\_60/ts\\_13412101v090300p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/134100_134199/13412101/09.03.00_60/ts_13412101v090300p.pdf)

- [9] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/>
- [10] AGILENT TECHNOLOGIES,  
[http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma\\_gen\\_bse\\_hsdpa\\_rbtest\\_setup.html#CHDDBAGJ](http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma_gen_bse_hsdpa_rbtest_setup.html#CHDDBAGJ)
- [11] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://www.home.agilent.com/en/pd1000000847%3Aepsg%3ApropnE5515C/8960-series-10-wireless-communications-test-set>
- [12] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://www.home.agilent.com/agilent/techSupport.jsp?pid=1182734&pageMode=OV&lc=spa&cc=ES>

## CAPÍTULO 4

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

- Al revisar el actual proceso de homologación empleado por la SUPERTEL, con respecto a los requisitos que según el artículo 12 del Reglamento para Homologación de Equipos Terminales de Telecomunicaciones un peticionario debe presentar, se constató que existe una gran variedad de criterios en la presentación de éstos, sobre todo en el requisito de manual técnico del equipo, no hay una interpretación adecuada de cómo y qué presentar en este requisito; por lo que de manera general en este Proyecto de Titulación se propone uniformizar la manera de presentar los requisitos y en especial en lo relacionado a los manuales técnicos, porque son parte esencial en la descripción de un equipo terminal de telecomunicaciones.
- El certificado emitido por un organismo internacional reconocido por el CONATEL es fundamental en el actual proceso de homologación porque sirve como una referencia para determinar si el equipo necesita o no ser homologado; si el valor de la potencia de salida que el certificado internacional del equipo indica supera la potencia mínima que es 50 mW, tal como lo establece el Reglamento de Homologación vigente, el equipo debe ser homologado. Por esta razón, con la disponibilidad de los equipos de medición y la implementación de protocolos de mediciones y pruebas, se estaría en la capacidad de tener un criterio técnico propio para determinar si los equipos terminales necesitan ser o no homologados.
- Actualmente, dentro de la verificación técnica de un equipo terminal no se cuenta con pruebas y mediciones definidas a realizarse para ninguna clase de equipos, lo que se ha venido haciendo son pruebas básicas como: conexión

del terminal con el emulador, máxima potencia de salida, etc. Con la culminación de este Proyecto de Titulación y la posible aceptación por parte de la SUPERTEL para incluirlo en el proceso de homologación, se contará con pruebas y mediciones bien definidas y sustentadas, de inicio para terminales celulares, a fin de que la verificación técnica de estos cumpla con todos los parámetros que la norma del 3GPP exige, además posteriormente servirá de guía para la elaboración de protocolos para otras clases de equipos; de ahí la importancia de contar con este protocolo de mediciones y pruebas.

- El estándar Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification (3GPP TS 34.121-1 version 9.3.0 Release 9), presenta los procedimientos de medición de características técnicas de transmisión, recepción y rendimiento que un equipo terminal debe cumplir para tener un buen desempeño en las redes; por lo tanto, las pruebas indicadas en este Proyecto de Titulación están enfocadas a determinar si el equipo terminal funciona correctamente en su red, es decir, sin causar interferencia a los usuarios en bandas vecinas y no afectar a las demás redes de telecomunicaciones.
- Todas las pruebas aplicadas a los equipos terminales fueron de forma conducida, conectando directamente de la salida de RF expuesta del equipo terminal al puerto de entrada/salida del equipo Wireless Communication Test Set a través de la Jaula de Faraday.
- El método conducido facilitó conocer las pérdidas que se introducían al realizar las pruebas, porque cada cable, conector, atenuador y adaptador utilizado tiene su hoja de caracterización en la que detallan las pérdidas y en el caso del cable RF del equipo terminal, el fabricante indicaba las pérdidas que tenía. A diferencia del método radiado, en el método radiado el cálculo de las pérdidas se complicó, razón por la cual se solicitó el envío de equipos

terminales que incluyan el acceso al conector RF con su cable respectivo; sin embargo, es preciso mencionar que este tipo de muestras para pruebas son diferentes a las comerciales debido a que el acceso al conector no está oculto y además, en ocasiones tienen un software especial de pruebas.

- El manual de usuario del equipo *Wireless Communication Test Set* no proporcionó una solución a los problemas que se presentaron al empezar con su configuración; los parámetros en el equipo eran desconocidos y tampoco se encontraba de manera detallada como realizar una conexión HSPA+ en específico, por lo que se investigó y realizó varios ensayos en donde se cambiaron varios parámetros que eran los que posiblemente causaban los problemas (no conexión, alta tasa de bloques errados). Se pudo finalizar con una configuración en la que se contemplan todos los parámetros para establecer el enganche y conexión, los cuales se indican en este Proyecto de Titulación.
- Los 10 terminales HSPA+ a los que se aplicó el protocolo de mediciones y pruebas no superan los 21 Mbps en DL y 5.76 Mbps en UL, lo que denota que estos terminales no están utilizando la máxima capacidad de la tecnología HSPA+.
- Con la utilización de los equipos de medición disponibles en el laboratorio de homologación de la SUPERTEL, se abrió la posibilidad de aplicar en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos de comunicaciones inalámbricas y sistemas celulares, todo respaldado en la investigación lo que facilitó el entender de mejor manera los parámetros que implica realizar una conexión HSPA+. Todo esto permitió ampliar y complementar estos conocimientos gracias al trabajo diario que se realiza al momento de configurar y establecer una conexión entre un equipo terminal y el emulador de radio base, lo que denota la importancia de contar con estos equipos de medición.

- Una vez que los 10 equipos terminales se sometieron a las distintas pruebas y mediciones, se comprobó que cumplían a cabalidad los rangos indicados en la norma y que el comportamiento entre muestras no es muy diferente, teniendo unos mejor rendimiento en sus características de radio que otros, al aproximarse a las tasas de datos teóricas.
- El certificado que se emitirá al finalizar el proceso de homologación avalando el equipo terminal, no solo servirá como un habilitante para Ecuador, sino que, en un futuro el objetivo es que pueda ser reconocido por organismos internacionales al convertirse en el primer laboratorio del país que certifique equipos terminales de telecomunicaciones; por lo que este protocolo es uno de los ítems para lograr este objetivo, ya que el OAE evalúa conforme a criterios establecidos en la norma NTE INEN ISO/IEC 17025, la cual considera como requisito técnico, poseer un protocolo establecido dentro de la operatividad del laboratorio.
- Al empezar el desarrollo del formato del reporte técnico solo se tenía la idea que debía ser un documento destinado al usuario del proceso de homologación, por lo que no debía ser un documento que solo presente los resultados obtenidos de las distintas pruebas aplicadas a los terminales HSPA+, sino también todos los aspectos tomados en cuenta como: estándar en el que se basan las pruebas, equipos de medición utilizados, diagramas de conexión del EBP, bandas y canales para las pruebas, etc. Por ende, el presente formato de reporte técnico obtenido es un documento claro, ordenado y conciso de todas las pruebas y mediciones realizadas incluyendo todos los aspectos tomados en cuenta para llevarlas a cabo.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la SUPERTEL agregue este protocolo al proceso de homologación de equipos terminales HSPA+ con el fin de que la verificación técnica sea la parte primordial del proceso.
- Es recomendable que el reporte técnico, al igual que el certificado de homologación, sea entregado al solicitante al finalizar el proceso de homologación; además que sea de dominio público a través del portal web de la SUPERTEL y se proceda con todas las consideraciones administrativas y operativas para que esto sea posible.
- La siguiente evolución en tecnologías celulares es LTE, por lo que se recomienda que en el laboratorio se inicie el estudio e investigación de todos los ítems relacionados con el estándar 3GPP, equipo de medición (*PXT Wireless Communications Test Set / E6621A*) y su configuración para establecer pruebas y mediciones propias para esta tecnología, desarrollando un nuevo protocolo.
- Se recomienda la realización de un protocolo de mediciones y pruebas para equipos WLAN y sus diferentes actualizaciones (IEEE 802.11 a/b/g/n/ac), utilizando los equipos disponibles en el laboratorio de la SUPERTEL, el cual se pueda aplicar también a los terminales celulares que cuenten con ésta tecnología.
- Revisar el reglamento e instructivos de homologación, para incluir pruebas de laboratorio que garanticen el cumplimiento de parámetros técnicos de todo los equipos terminales que llegan a ser homologados y así poder reformar el Reglamento de Homologación para Equipos Terminales de Telecomunicaciones.

- Realizar pruebas adicionales con los terminales HSPA+ y de otras tecnologías de forma radiada, con las consideraciones necesarias. Con la implementación de la fase II del laboratorio de homologación, las pruebas radiadas serán posible gracias a la construcción de la cámara anecoica, la cual permitirá aislar señales de RF externas que interfieren en este tipo de pruebas, consecuentemente obtener resultados confiables. Una de las pruebas que se podrá realizar es la de espurias en forma radiada.
- Se recomienda realizar un estudio de costos, determinando lo que implica la homologación de equipos terminales HSPA+ y, en general, para todos los equipos que necesiten ser homologados, porque los costos actuales determinados por la SUPERTEL no reflejan el valor agregado que se da al realizar las verificaciones técnicas a los terminales.
- Realizar capacitaciones y charlas informativas a las personas que solicitan la homologación de equipos terminales, dando a conocer los cambios que se están dando en este proceso; y, uniformizar la forma en que se debe entregar la información necesaria para homologar un equipo terminal.
- Incluir una etiqueta en el equipo que se ha homologado y de este modo se dé a conocer en general que ha sido aprobado por la SUPERTEL por cumplir la normativa y de esta manera pueda ser comercializado dentro del país, teniendo la garantía que el equipo está certificado.

### **4.3. COMENTARIOS**

- Al momento, la tecnología HSPA+ es la última evolución con la que cuentan las operadoras en el país, lo que les impulsa a ingresar terminales con esta tecnología, lo cual significó para el laboratorio de la SUPERTEL que la mayoría de los equipos terminales celulares homologados fueran HSPA+.

- Las pruebas y mediciones planteadas en este Proyecto de Titulación son realizadas en el enlace de UL (excepto la medición de *throughput*), es decir, se verifica parámetros técnicos de la transmisión del terminal HSPA+, para determinar si el equipo terminal interfiere o no a canales vecinos o a otras redes de telecomunicaciones. Sin embargo, con la finalidad de determinar la tasa de datos máxima que el equipo soporta en el DL, se realizó la prueba del *throughput*.
- Hasta la finalización de este proyecto, han pasado por el proceso de homologación solo terminales HSPA+ categoría 14, lo que denota que desde el punto de vista de la tecnología HSPA+ son básicos, ya que están bajo el primer desarrollo lanzado para esta tecnología que es el Release 7 del año 2007.
- El laboratorio de la SUPERTEL se encuentra inmerso en un constante proceso de investigación y desarrollo, a fin de explotar todas las capacidades de los equipos de medición disponibles.
- Con la construcción de la nueva obra civil para el laboratorio de la SUPERTEL y el equipo de SAR, se abre la posibilidad de verificar la cantidad de radiación electromagnética que el cuerpo humano recibe cuando utiliza un equipo de telecomunicaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CHEVALLIER Christophe, BRUNNER Christopher, GARAVAGLIA Andrea, MURRAY Kevin, BAKER Kenneth (2006). *WCDMA (UMTS) Deployment Handbook: Planning and Optimization Aspect*, publicaciones John Wiley & Sons, Ltd.
- [2] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento para la prestación del Servicio Móvil Avanzado
- [3] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Norma para la implementación y operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha
- [4] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento y Norma Técnica para los Sistemas Troncalizados
- [5] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento y Norma Técnica para los Sistemas Comunales de Explotación
- [6] CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES (2011). *Ley Especial de Telecomunicaciones*, Tomo II, Reglamento para la prestación de Servicios Finales de Telecomunicaciones por Satélite
- [7] DAHLMAN Erik, PARKVALL Stefan, SKÖLD Johan, BEMING Per (2007). *3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband*, publicaciones British Library cataloguing. Primera edición
- [8] KAARANEN Heikki, AHTIAINEN Ari, LAITINEN Lauri, NAGHIAN Siamäk, NIEMI Valtteri. *UMTS Networks: Architecture, Mobility and Services*, publicaciones John Wiley & Sons, Ltd. Segunda edición

- [9] TAPIA Pablo, LIU Jun, KARIMLI Yasmin, FEUERSTEIN Martin (2009). *HSPA Performance and Evolution; A practical perspective*, publicaciones John Wiley and Sons, Ltd.
- [10] AGILENT TECHNOLOGIES. *Agilent E1963A W-CDMA Mobile Test Application*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [11] AGILENT TECHNOLOGIES. *Agilent 8960 Wireless Communications Test Set*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [12] AGILENT TECHNOLOGIES. *EC5010CE RF Shield Box*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [13] AGILENT TECHNOLOGIES. *N9073A & W9073A W-CDMA/HSPA/HSPA+*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [14] AGILENT TECHNOLOGIES. *User's and Service Guide 11667A Power Splitter*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [15] AGUILERA, Pablo (2009). *Estudio de sistemas MIMO a través de técnicas de procesamiento de señal y teoría de la información*, Documento electrónico, [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70143/fichero/capítulo\\_3.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70143/fichero/capítulo_3.pdf)
- [16] CISCO VISUAL NETWORKING INDEX (2013). *Global Mobile data traffic forecast update, 2012-2017*, Documento electrónico [http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white\\_paper\\_c11-520862.pdf](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.pdf)
- [17] CONATEL (2007). *Reglamento para la homologación de equipos terminales de telecomunicaciones (Resolución No. 452-29-conatel)*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones

- [18] DECRETO PRESIDENCIAL (2001). *Reglamento general a la ley especial de telecomunicaciones reformada (Decreto No. 1790)*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [19] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2012). *Contrato de construcción del laboratorio de homologación y restauración del edificio de oficinas de la estación de comprobación técnica de Calderón de la Superintendencia*, Documento electrónico  
<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=SDzB2lxu4pgZRkUO1MShEmX8cHYs8-Afl3e5Ov3QWw0>
- [20] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2011). *Contrato de implementación del laboratorio de verificación técnica de equipos, Fase I*, Documento electrónico  
<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=kye7mKn0T6XtG0t5FD6KgW7hpLLCMATWCas6DJaTsiY>
- [21] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2013). *Contrato para la adquisición de equipos para el laboratorio de homologación de equipos de telecomunicaciones, Fase II*, Documento electrónico  
<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=nPWRjUphSZ8dcz5JmH6xQnBiSRCK88zoV3AzeVhFHVg>
- [22] PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS (2013). *Pliegos para la adquisición de equipos para el laboratorio de homologación de equipos de telecomunicaciones, Fase II*, Documento electrónico  
<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=nPWRjUphSZ8dcz5JmH6xQnBiSRCK88zoV3AzeVhFHVg>
- [23] QUALCOMM (2009). *HSPA+ for Enhanced Mobile Broadband*, Documento electrónico <http://www.qualcomm.com/media/documents/files/hspa-for-enhanced-mobile-broadband-whitepaper.pdf>

- [24] ROHDE & SCHWARZ (2007). *HSPA: Nuevos desafíos para el diseño de amplificadores de potencia en los terminales UMTS ("UE")*, Documento electrónico [http://www.redeweb.com/\\_txt/628/84.pdf](http://www.redeweb.com/_txt/628/84.pdf)
- [25] SUPERTEL. *Anexo B al Contrato de implementación del laboratorio de verificación técnica de equipos, Fase I*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [26] SUPERTEL. *Distribución del espectro radioeléctrico para el Servicio Móvil Avanzado para las operadoras móviles*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [27] SUPERTEL. *Hoja de tramite No. 2012-10785*, Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [28] SUPERTEL (2010). *Instructivo para la aplicación del proceso de homologación de equipos terminales de telecomunicaciones en la superintendencia de telecomunicaciones* Documento electrónico proporcionado por la Superintendencia de Telecomunicaciones
- [29] 3GPP (2010). *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD)*. 3GPP TS 25.101 versión 9.3.0 Release 9, Documento electrónico  
[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/125100\\_125199/125101/09.03.00\\_60/ts\\_125101v090300p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/125100_125199/125101/09.03.00_60/ts_125101v090300p.pdf)
- [30] 3GPP (2011). *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification*. 3GPP TS 34.121-1 version 9.3.0 Release 9, Documento electrónico  
[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/134100\\_134199/13412101/09.03.00\\_60/ts\\_13412101v090300p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/134100_134199/13412101/09.03.00_60/ts_13412101v090300p.pdf)
- [31] 4G Americas (2011). *The Evolution of HSPA; the 3GPP standards progress for fast mobile broadband using HSPA+*, Documento electrónico  
[http://www.4gamericas.org/documents/4G%20Americas%20White%20Paper\\_The%20Evolution%20of%20HSPA\\_October%202011x.pdf](http://www.4gamericas.org/documents/4G%20Americas%20White%20Paper_The%20Evolution%20of%20HSPA_October%202011x.pdf)

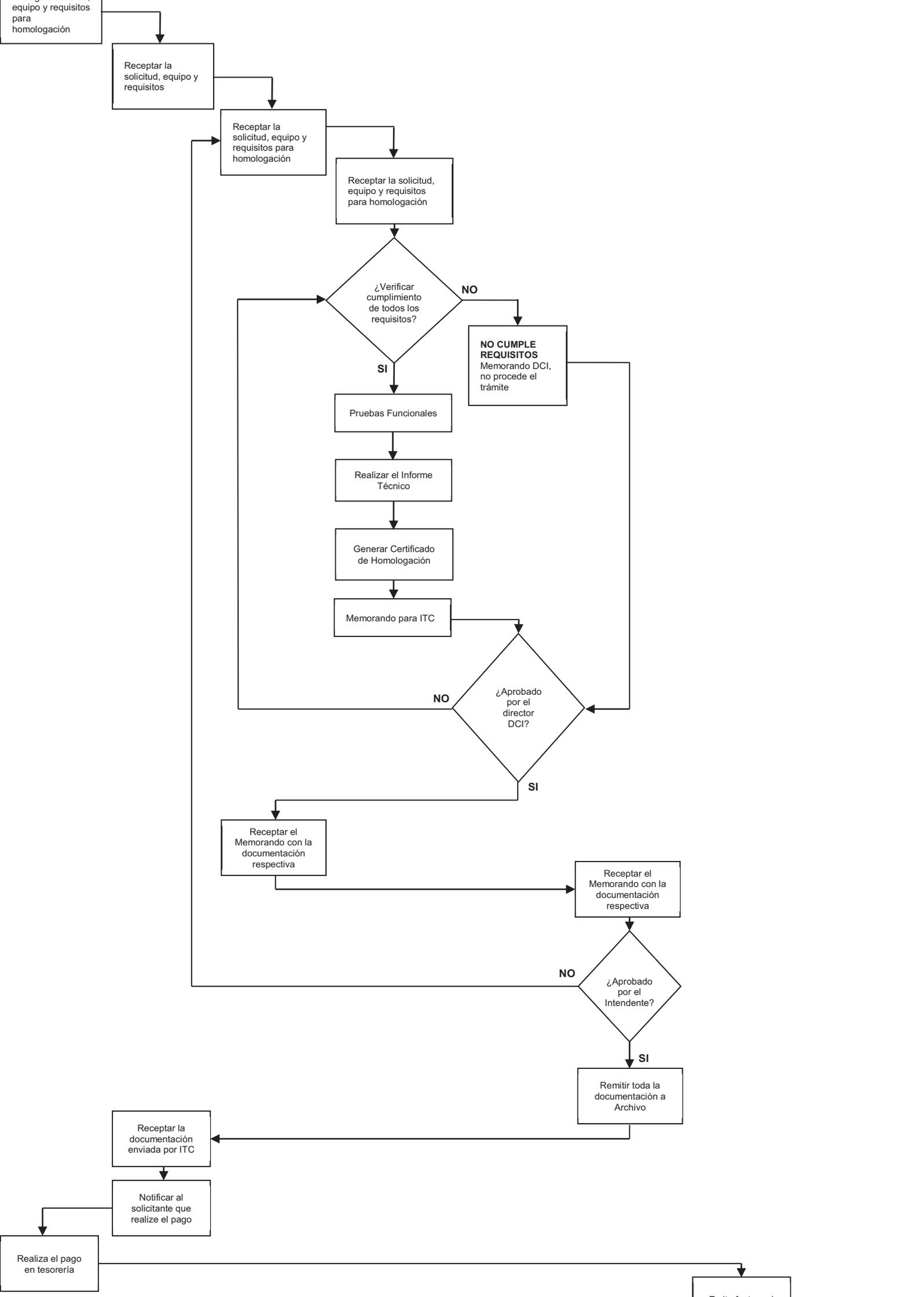
- [32] AGILENT TECHNOLOGIES,  
[http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma\\_gen\\_bse\\_hsdpa\\_rbtest\\_setup.html#CHDDHGHJ](http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma_gen_bse_hsdpa_rbtest_setup.html#CHDDHGHJ)
- [33] AGILENT TECHNOLOGIES,  
[http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma\\_gen\\_bse\\_concepts.html](http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/wcdma_gen_bse_concepts.html)
- [34] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/wcdma/>
- [35] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/>
- [36] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://www.home.agilent.com/en/pd1000000847%3Aeapsg%3ApropnE5515C/8960-series-10-wireless-communications-test-set>
- [37] AGILENT TECHNOLOGIES,  
<http://www.home.agilent.com/agilent/techSupport.jsp?pid=1182734&pageMode=OV&lc=spa&cc=ES>
- [38] FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION,  
[https://apps.fcc.gov/oetcf/tcb/reports/Tcb731GrantForm.cfm?mode=COPY&RequestTimeout=500&tcb\\_code=&application\\_id=186122&fcc\\_id=A3LGTS7500L](https://apps.fcc.gov/oetcf/tcb/reports/Tcb731GrantForm.cfm?mode=COPY&RequestTimeout=500&tcb_code=&application_id=186122&fcc_id=A3LGTS7500L)
- [39] GSA,  
[http://www.gsacom.com/downloads/pdf/HSPA\\_peak\\_DL\\_network\\_Speeds\\_041112.php4](http://www.gsacom.com/downloads/pdf/HSPA_peak_DL_network_Speeds_041112.php4)
- [40] ORGANISMO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO,  
[http://www.oae.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=24&Itemid=153](http://www.oae.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=153)
- [41] REAL ACADEMIA DE LA LENGUA,  
<http://www.rae.es/drae/>

- [42] SAMSUNG,  
<http://www.samsung.com/mx/support/model/GTS7500ABLTCEdownloads?downloadName=UM>
- [43] SKYWAVE,  
<http://www.skywave.com/en/products/satellite-communication/dmr-800-series/>
- [44] SUPERTEL,  
[http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=154:clase-deequiposquedebenserhomologados&catid=54:homologaciones&Itemid=307](http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=154:clase-deequiposquedebenserhomologados&catid=54:homologaciones&Itemid=307)
- [45] SUPERTEL,  
[http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=101](http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=101)
- [46] UMTS WORLD,  
<http://www.umtsworld.com/technology/UMTSChannels.htm>
- [47] 4g AMERICAS,  
<http://www.4gamericas.org/index.cfm?fuseaction=page&sectionid=248>

# ANEXOS

# **ANEXO A**

## **DIAGRAMA RESUMIDO DEL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN**



# **ANEXO B**

## **PROPUESTA DE PRESENTACIÓN DE REQUISITOS**

## ANEXO B.1

## PROPUESTA DE FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITUD PARA HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS TERMINALES DE  
TELECOMUNICACIONES

Quito, (día) de (mes) del (año)

Ingeniero  
**FABIÁN JARAMILLO**  
**SUPERINTENDENTE DE TELECOMUNICACIONES**  
**SUPERTEL**  
**Presente.-**

Reciba un cordial saludo de quienes formamos parte de (**Nombre de la empresa solicitante / persona natural o jurídica**). El motivo de la presente es solicitar la homologación del terminal que se detalla a continuación:

<b>SOLICITANTE</b>	Empresa / Persona Natural o Jurídica
<b>CÉDULA ID / RUC / PASAPORTE</b>	0001112223
<b>EQUIPO</b>	Teléfono Celular / Módem Celular
<b>MARCA</b>	XXXYYY123
<b>MODELO</b>	XY – S5555
<b>MODELO COMERCIAL</b>	SSSSS
<b>ORGANISMO INTERNACIONAL DE CERTIFICACIÓN</b>	Por ejemplo: Federal Communications Commission, FCC
<b>ID O NÚMERO DE CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL</b>	XXYY##ZZ
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO</b>	Por ejemplo: Teléfono celular GSM/WCDMA con Bluetooth, WLAN 802.11 b/g/n y GPS
<b>IMEI / N° SERIE</b>	444455556666777
<b>PVP REFERENCIAL</b>	\$ XXX,xxx

Para tales efectos adjuntamos un CD con la documentación pertinente que a continuación se detalla:

	Envía	
	SI	NO
Manuales Técnicos	✓	
Manuales de usuario	✓	
Características de funcionamiento	✓	
Un certificado o documento de características técnicas de los equipos cuya clase, marca y modelo se quiere homologar, emitido por un Organismo Internacional reconocido.	✓	
Otros, especificar	✓	

Además, se incluye todo lo necesario para la verificación técnica:

	Envía	
	SI	NO
Equipo de muestra para pruebas	✓	
Equipo de muestra comercial	✓	
Cable para el conector RF	✓	
Cargador	✓	
Cable USB	✓	
Manual	✓	
CD de Instalación	✓	
Tarjeta de memoria	✓	
Manos libres	✓	
Otros, especificar	✓	

Sin más por el momento y agradeciendo su gentil atención a la presente, nos suscribimos de Usted,

(Nombre de la empresa solicitante / persona natural o jurídica)  
 (Dirección)  
 (Teléfono)  
 (Email)  
 (Ciudad-País)

Atentamente,

(Firma del solicitante)

(Nombre)  
 (Cargo)

## ANEXO B.2

## PROPUESTA DE PRESENTACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

Tabla B.2.1 Especificaciones técnicas del equipo terminal

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<b>Equipo</b>	Teléfono celular / Módem celular
<b>Tecnología que utiliza</b>	GSM/GPRS/EDGE/UMTS/HSDPA/HSUPA/HSPA+/LTE
<b>Bandas de frecuencia operación (transmisión)</b>	Para tecnologías celulares Para WLAN (Si el equipo posee) Para BLUETOOTH (Si el equipo posee)
<b>Bandas de frecuencia operación (recepción)</b>	Para tecnologías celulares Para WLAN (Si el equipo posee) Para BLUETOOTH (Si el equipo posee)
<b>Tipo de modulaciones</b>	Para tecnologías celulares Para WLAN (Si el equipo posee) Para BLUETOOTH (Si el equipo posee)
<b>Máxima Potencia de Transmisión</b>	Para tecnologías celulares Para WLAN (Si el equipo posee) Para BLUETOOTH (Si el equipo posee)
<b>Tasa de transferencia de datos</b>	Para tecnologías celulares Para WLAN (Si el equipo posee)
<b>Certificaciones</b>	Por ejemplo: FCC
<b>WLAN</b>	Por ejemplo: IEEE 802.11 a/b/g/n
<b>Bluetooth</b>	Versión
<b>USB</b>	Versión
<b>Interfaces Externas</b>	Por ejemplo: USB
<b>Otras</b>	Especificar

Tabla B.2.2 Especificaciones de software del equipo

<b>ESPECIFICACIONES DE SOFTWARE</b>	
<b>Sistema Operativo</b>	Por ejemplo: Android
<b>Buscador</b>	Por ejemplo: Nativo de Android
<b>Mensajería</b>	Por ejemplo: SMS/EMS
<b>E-mail</b>	Por ejemplo: POP3
<b>Multimedia</b>	Por ejemplo: Audio MP3
<b>Cámara y video</b>	Por ejemplo: Cámara 5 MP
<b>Otras</b>	Especificar

Tabla B.2.3 Especificaciones físicas y ambientales del equipo

<b>ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y AMBIENTALES</b>	
<b>Dimensiones</b>	Ancho x Largo x Espesor
<b>Peso</b>	Por ejemplo: 110 g
<b>Temperatura de operación</b>	Por Ejemplo: 0° a 45°
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	Por Ejemplo: 0° a 50°
<b>Humedad relativa</b>	Por Ejemplo: 5% - 95%
<b>Otras</b>	Especificar

**ANEXO B.3****PROPUESTA DE PRESENTACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN Y  
FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO****DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y SU FUNCIONAMIENTO**

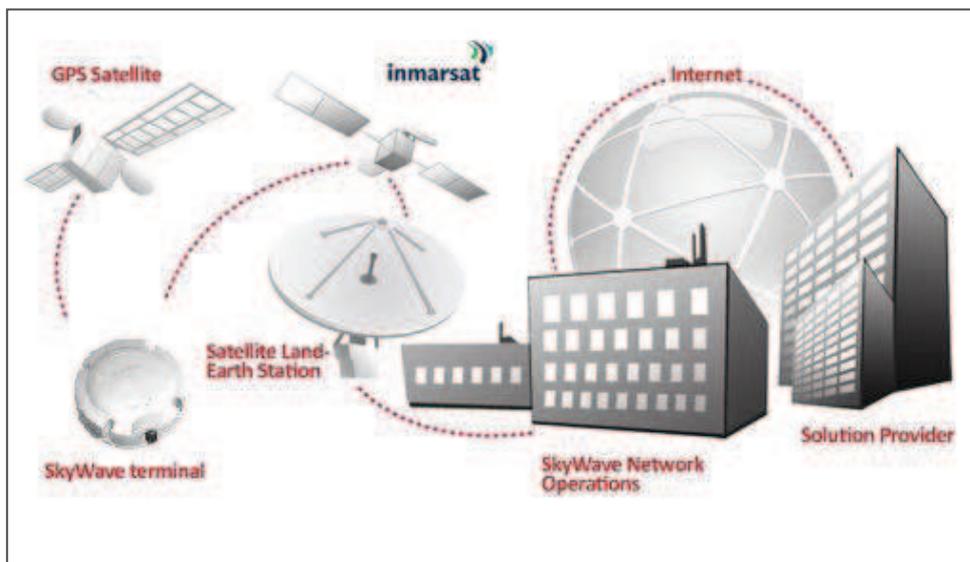
El equipo marca: Xxxxxx, modelo: Yyyyyy, es un teléfono celular del tipo Smartphone, cuatribanda (850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz) que soporta tecnologías celulares 2G y 3G (GSM/GPRS/EDGE/UMTS/WCDMA/HSDPA/HSUPA/HSPA+), que cumple con todos los estándares internacionales tales como FCC, CE, IC.

El equipo celular posee sistema operativo Android, capacidad de conexión de datos, capacidad multimedia, mensajería avanzada, radio FM. Su diseño incluye conectividad WLAN (IEEE 802.11 a/b/g/n), BLUETOOTH (Versión 3.0) y GPS.

**Figura B.3.1 Propuesta de descripción del equipo y su funcionamiento**

## ANEXO B.4

### PROPUESTA DE MODO DE CONEXIÓN A LA RED DEL EQUIPO



Fuente: [19]

Figura B.4.1 Ejemplo de esquema de conexión para un equipo satelital

Elaborado por:

Cargo:

Teléfono:

E-mail:

## ANEXO B.5

## EJEMPLO DE CERTIFICADO DE UN ORGANISMO INTERNACIONAL RECONOCIDO

<u>Grant Notes</u>	<u>FCC Rule Parts</u>	<u>Frequency Range (MHZ)</u>	<u>Output Watts</u>	<u>Frequency Tolerance</u>	<u>Emission Designator</u>
	22H	824.2 - 848.8	0.486	2.5 PM	246KGXW
	22H	826.4 - 846.6	0.144	2.5 PM	4M18F9W
	24E	1850.2 - 1909.8	1.343	2.5 PM	246KGXW
	24E	1852.4 - 1907.6	0.458	2.5 PM	4M18F9W

Power output listed is ERP for 850 MHz band and EIRP for 1900 MHz band. SAR compliance for body-worn operation is based on a separation distance of 1.0 cm between the unit and the body of the user. End-users must be informed of the body-worn operating requirements for satisfying RF exposure compliance. Belt clips or holsters not listed in this filing may not contain metallic components. The antenna(s) used for this transmitter must not be collocated or operating in conjunction with any other antenna or transmitter within a host device, except in accordance with FCC multi-transmitter product procedures. The highest reported SAR for head, body-worn accessory including product specific (wireless router), and simultaneous transmission use conditions are 0.76 W/kg, 1.07 W/kg, 1.30 W/kg respectively. This device also contains functions that are not operational in U.S. territories.

Fuente: [15]

**Figura B.5.1 Ejemplo de documento emitido por un organismo internacional reconocido de un equipo**

**Tabla B.5.1 Resumen de características emitidas por un organismo internacional reconocido**

<b>ESPECIFICACIONES SEGÚN ORGANISMO INTERNACIONAL RECONOCIDO</b>			
<b>Bandas de operación y potencias</b>	Bandas para tecnologías celulares	Potencia	Tipo de Emisión
	Bandas WLAN	Potencia	Tipo de Emisión
<b>Tasa específica de absorción SAR</b>	Bandas para tecnologías celulares : Cabeza: xxyy W/kg Accesorios de cuerpo entero: xxyy W/kg. Producto específico: xxyy W/kg Transmisión simultánea: xxyy W/kg  Bandas WLAN: Cabeza: xxyy W/kg Accesorios de cuerpo entero: xxyy W/kg. Producto específico: xxyy W/kg Transmisión simultánea: xxyy W/kg		

# **ANEXO C**

## **PROPUESTA DE FORMATOS DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DEVOLUCIÓN DE EQUIPOS**

## ANEXO C.1

PROPUESTA DE HOJA DE CONSTANCIA DE RECEPCIÓN POR PARTE DE LA  
UNIDAD DE ARCHIVO

	
DATOS	
Nombre del Solicitante	
RUC/CI	
Fecha	
Hoja de tramite	
CARACTERÍSTICAS	
Clase:	Terminal Para el Servicio Móvil Avanzado
Marca:	XXXX
Modelo:	YYYY
Descripción:	Teléfono Celular
ACCESORIOS	
Cargador	<input checked="" type="checkbox"/>
Cable RF	<input checked="" type="checkbox"/>
Audífonos	<input checked="" type="checkbox"/>
Memoria	<input checked="" type="checkbox"/>
Cable USB	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>-----</p>	
Unidad de Archivo	Solicitante

## ANEXO C.2

## PROPUESTA DE HOJA DE RECEPCIÓN POR PARTE DE LA DCI

TRAMITE N°	FECHA	REMITENTE	DETALLE DEL EQUIPO		RECIBÍ CONFORME		FECHA DE INGRESO A DCI
			MARCA	MODELO	NOMBRE	FIRMA	

## ANEXO C.3

## PROPUESTA DE ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN PARA EL ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO

 <b>SUPERTEL</b> <small>SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES</small>		<b>DIRECCIÓN NACIONAL DE CONTROL DEL ESPECTRO Y HOMOLOGACIÓN</b>	
<b>H.T. No:</b>		<b>Accesorios</b>	
<b>Fecha:</b>			
<b>Clase:</b>			
<b>Marca:</b>			
<b>Modelo:</b>			
<b>Descripción:</b>			
<b>Remitente:</b>			

## ANEXO C.4

## PROPUESTA DE HOJA DE DEVOLUCIÓN POR PARTE DE LA DCI

TRAMI- TE N°	FECHA	REMITENTE	DETALLE DEL EQUIPO			FIRMA DEL REMITENTE	FECHA DE DEVO- LUCIÓN
			CLASE	MARCA	MODELO		

# **ANEXO D**

**DETALLE DE LAS APLICACIONES  
DEL EQUIPO *WIRELESS*  
*COMMUNICATIONS TEST SET***

➤ **2 Fuentes RF**

La primera fuente es de transmisión y recepción para GSM y UMTS

La segunda fuente solo para transmisión de tecnologías GSM, GPRS y EGPRS

➤ ***UMTS test application suite E1993A incluye test applications for W-CDMA, GSM, GPRS, EGPRS y conmutación rápida (modelos E1963A, E1968A-202, E1987A)***

Permite conmutar rápidamente de tecnología GSM a UMTS y viceversa.

GSM/GPRS/EGPRS Test application, permite:

- Funcionalidad de IQ y Fase Amplitud vs Tiempo.
- Funcionalidades de audio: generador de audio, GSM audio multi-tono, medición de audio analógico en GSM.
- Diferentes mediciones en transmisión y recepción en GSM/GPRS/EGPRS con sus respectivas modulaciones.
- Cambiar la celda entre GSM, GPRS y EGPRS fácilmente.

W-CDMA Test application, permite:

- Handoff entre GSM y W-CDMA.
- Probar dispositivos HSDPA MIMO definidos en 3GPP TS 34.121-1.
- Probar dispositivos que soporten dual carrier.
- Probar todas las bandas de frecuencias.
- Varias pruebas del 3GPP TS 34.121-1 con sus respectivas consideraciones.

➤ ***W-CDMA End-to-End Video***

Realizar una llamada de video entre equipos terminales

➤ ***W-CDMA Video Loopback***

Realizar una llamada de video con un equipo terminal en lazo cerrado

➤ ***HSDPA test modes***

Diferentes pruebas en modo HSDPA

➤ **HSUPA test modes**

Diferentes pruebas en modo HSUPA

➤ **HSDPA 14.4Mbps Test Mode**

Diferentes pruebas en modo HSDPA hasta 14.4 Mbps

➤ **HSPA+ test modes**

Diferentes pruebas en modo HSPA+

➤ **WCDMA/GSM/GPRS/EGPRS wireless test manager**

Es un programa que permite realizar todas las pruebas conectando el equipo *Wireless Communications Test Set* a un PC mediante una GPIB o Ethernet.

**Mediciones posibles en WCDMA, HSDPA y HSUPA**

<b>Medidas de transmisión</b>	<b>W-CDMA</b>	<b>HSDPA</b>	<b>HSUPA</b>
Thermal power	Si	Si	Si
Channel power	Si	Si	Si
Adjacent channel leakage ratio	Si	Si	Si
Waveform quality	Si	Si	Si
Spectrum emission mask	Si	Si	Si
Phase discontinuity	Si	Si	Si
Inner loop power	Si		
Occupied bandwidth	Si	Si	Si
Code domain power	Si	Si	Si
IQ constellation	Si	Si	Si
Tx on/off power	Si	Si	Si
Frequency stability	Si	Si	Si
Dynamic power analysis	Si	Si	Si
Tx dynamic power	Si		
Spectrum monitor	Si	Si	Si
<b>Medidas de Recepción</b>	<b>W-CDMA</b>	<b>HSDPA</b>	<b>HSUPA</b>
Loopback BER	Si	N/A	N/A
BLER en DPCH (W-CDMA)	Si	N/A	N/A
HBLER en HS-DPCCH (HSDPA)	N/A	Si	N/A

## Mediciones posibles en GSM, GPRS Y EGPRS

### Transmisión

- GPRS/EGPRS multislot transmit power
- EGPRS multislot-tolerant transmit power
- GMSK multislot-tolerant frequency error
- GMSK multislot-tolerant phase error (peak and rms with confidence limits)
- Multislot power versus time (burst mask comparison with settable masks)
- Burst timing error con señalización
- Burst timing error bajo modo de prueba
- Multislot-tolerant output RF spectrum para modulación y conmutación
- ORFS medición en función del tiempo
- IQ tuning
- GSM decoded audio level
- Dynamic power
- Phase y amplitud versus tiempo (PAvT)
- IQ capture
- Fast device tune (FDT)
- AM-PM timing offset
- Discontinuous timeslot TXP
- 8PSK/16QAM

### Recepción

- GSM fast BER via loopback type C
- GSM BER via loopback type A and B
- GPRS/EGPRS multislot BER
- GPRS/EGPRS multislot block error ratio (BLER)
- MS calculated BER
- Test mode BER
- EGPRS2-A 16QAM/32QAM BEP report

# **ANEXO E**

**REPORTES TÉCNICOS EN FORMATO  
DIGITAL DE LAS NUEVE MUESTRAS  
RESTANTES**