



ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS IDENTIFICADAS PARA IMT SEGÚN EL REGLAMENTO DE RADIO DE LA UIT EDICIÓN DEL 2012 Y QUE AÚN NO HAN SIDO USADAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE TIPO DE SISTEMAS EN COLOMBIA, ASÍ COMO DE LAS NUEVAS BANDAS DE FRECUENCIA QUE SE ENCUENTREN EN ANÁLISIS POR PARTE DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO DE LA UIT DENTRO DEL MARCO DEL PUNTO 1.1. DE LA AGENDA PARA CONFERENCIA MUNDIAL DE RADIOCOMUNICACIONES DEL 2015 (CMR-15)

Documento de Consulta pública

Bogotá, Junio de 2014



Correo electrónico de contacto: camilo.zamora@ane.gov.co



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	13
2	Antecedentes.....	16
3	Análisis de banda 450-470 MHz.....	18
3.1	Análisis normativo.....	18
3.1.1	Atribución internacional.....	18
3.1.2	Atribución nacional vigente.....	20
3.2	Análisis de ocupación y uso	22
3.2.1	Análisis de ocupación	22
3.2.2	Análisis de uso	26
3.2.3	Interés de los actuales operadores en la banda	27
3.2.4	Interés de eventuales operadores de IMT en la banda	27
3.2.5	Inventario de licencias.....	27
3.2.6	Inventario de equipos	28
3.3	Análisis técnico de la banda.....	31
3.3.1	Recomendaciones internacionales	31
3.3.2	Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda.....	32
3.3.3	Desarrollos tecnológicos	32
3.4	Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia	35
3.4.1	Esquema técnico de canalización	35
3.4.2	Tiempo de implementación.....	36
3.4.3	Compatibilidad.....	36
3.5	Conclusiones y recomendaciones	37
3.5.1	Conclusiones.....	37
3.5.2	Recomendaciones.....	40
3.6	Preguntas al sector	41
4	Análisis de banda AWS Extendida	42
4.1	Análisis normativo.....	42
4.1.1	Atribución internacional.....	42
4.1.2	Atribución nacional vigente.....	45



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

4.2	Análisis de ocupación y uso	47
4.3	Análisis técnico de la banda.....	48
4.3.1	Recomendaciones internacionales	48
4.3.2	Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda.....	48
4.3.3	Desarrollos tecnológicos	50
4.4	Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia	52
4.4.1	Esquema técnico de canalización	52
4.4.2	Tiempo de implementación.....	53
4.4.3	Compatibilidad.....	53
4.5	Conclusiones y recomendaciones	55
4.5.1	Conclusiones.....	55
4.5.2	Recomendaciones.....	56
4.6	Preguntas al sector	56
5	Análisis de banda 2300-2400 MHz	58
5.1	Análisis normativo	58
5.1.1	Atribución internacional.....	58
5.1.2	Atribución nacional vigente.....	59
5.2	Análisis de ocupación y uso	61
5.2.1	Análisis de ocupación	61
5.2.2	Análisis de uso	65
5.2.3	Interés de los actuales operadores en la banda	65
5.2.4	Interés de eventuales operadores de IMT en la banda	66
5.2.5	Inventario de licencias.....	66
5.2.6	Inventario de equipos	69
5.3	Análisis técnico de la banda.....	70
5.3.1	Recomendaciones internacionales	70
5.3.2	Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda.....	71
5.3.3	Desarrollos tecnológicos	73
5.4	Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia	75
5.4.1	Esquema técnico de canalización	75



SC-CER285490



GP-CER285491

5.4.2	Tiempo de implementación.....	77
5.4.3	Compatibilidad.....	77
5.5	Conclusiones y recomendaciones	78
5.5.1	Conclusiones.....	78
5.5.2	Recomendaciones.....	79
5.6	Preguntas al sector	79
6	Análisis de banda 3400-3600 MHz	81
6.1	Análisis normativo	81
6.1.1	Atribución internacional.....	81
6.1.2	Atribución nacional vigente.....	82
6.2	Análisis de ocupación y uso	84
6.2.1	Análisis de ocupación	84
6.2.2	Análisis de uso	85
6.2.3	Interés de los actuales operadores en la banda	85
6.2.4	Interés de eventuales operadores de IMT en la banda	85
6.2.5	Inventario de licencias.....	85
6.2.6	Inventario de equipos	85
6.3	Análisis técnico de la banda	87
6.3.1	Recomendaciones internacionales	87
6.3.2	Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda.....	89
6.3.3	Desarrollos tecnológicos	91
6.4	Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia	93
6.4.1	Esquema técnico de canalización	93
6.4.2	Tiempo de implementación.....	94
6.4.3	Compatibilidad.....	94
6.5	Conclusiones y recomendaciones	96
6.5.1	Conclusiones.....	96
6.5.2	Recomendaciones.....	97
6.6	Preguntas al sector	98
7	Análisis de banda 1400-1600	99
7.1	Análisis normativo	99



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 3 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

7.1.1	Atribución internacional.....	99
7.1.2	Atribución nacional vigente.....	103
7.2	Análisis de ocupación y uso	106
7.2.1	Análisis de ocupación	106
7.2.2	Análisis de uso	111
7.2.3	Interés de los actuales operadores en la banda	111
7.2.4	Interés de eventuales operadores de IMT en la banda	111
7.2.5	Inventario de licencias.....	111
7.2.6	Inventario de equipos	113
7.3	Análisis técnico de la banda.....	115
7.3.1	Recomendaciones internacionales	115
7.3.2	Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda.....	116
7.3.3	Desarrollos tecnológicos	118
7.4	Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia	119
7.4.1	Esquema técnico de canalización	119
7.4.2	Tiempo de implementación.....	120
7.4.3	Compatibilidad.....	120
7.5	Conclusiones y recomendaciones	122
7.5.1	Conclusiones.....	122
7.5.2	Recomendaciones.....	123
7.6	Preguntas al sector	124
8	Análisis de banda 3300-3400 MHz.....	125
8.1	Análisis normativo	125
8.1.1	Atribución internacional.....	125
8.1.2	Atribución nacional vigente.....	126
8.2	Análisis de ocupación y uso	127
8.2.1	Análisis de ocupación	127
8.2.2	Análisis de uso	128
8.2.3	Interés de los actuales operadores en la banda	128
8.2.4	Interés de eventuales operadores de IMT en la banda	128
8.2.5	Inventario de licencias.....	128



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 4 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

8.2.6	Inventario de equipos	128
8.3	Análisis técnico de la banda.....	128
8.3.1	Recomendaciones internacionales	128
8.3.2	Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda.....	129
8.3.3	Desarrollos tecnológicos	130
8.4	Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia	130
8.4.1	Esquema técnico de canalización	130
8.4.2	Tiempo de implementación.....	131
8.4.3	Compatibilidad.....	131
8.5	Conclusiones y recomendaciones	131
8.5.1	Conclusiones.....	131
8.5.2	Recomendaciones.....	132
8.6	Preguntas al sector	132
9	Análisis de banda 3600-3800 MHz	134
9.1	Análisis normativo	134
9.1.1	Atribución internacional.....	134
9.1.2	Atribución nacional vigente.....	135
9.2	Análisis de ocupación y uso	137
9.2.1	Análisis de ocupación	137
9.2.2	Análisis de uso	138
9.2.3	Interés de los actuales operadores en la banda	139
9.2.4	Interés de eventuales operadores de IMT en la banda	139
9.2.5	Inventario de licencias.....	139
9.2.6	Inventario de equipos	140
9.3	Análisis técnico de la banda.....	141
9.3.1	Recomendaciones internacionales	141
9.3.2	Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda.....	142
9.3.3	Desarrollos tecnológicos	146
9.4	Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia	146
9.4.1	Esquema técnico de canalización	146



SC-CER285490



GP-CER285491

9.4.2	Tiempo de implementación.....	147
9.4.3	Compatibilidad.....	148
9.5	Conclusiones y recomendaciones	148
9.5.1	Conclusiones.....	148
9.5.2	Recomendaciones.....	149
9.6	Preguntas al sector	149
10	Anexos.....	151
10.1	Acrónimos	151
10.2	Anexos generales.....	154
10.2.1	Definiciones.....	154
10.2.2	Suposiciones para el análisis de ocupación.....	157
10.2.3	Desarrollos tecnológicos disponibles.....	157
10.2.4	Tendencias de las IMT.....	159
10.2.5	Tendencias de mercado en equipamiento de red y ecosistema de terminales...	167
10.2.6	Conformación de los Grupos de Estudio de la UIT para la preparación del ítem 1.1 en la CMR-15	171
10.3	Anexos banda 450-470 MHz	173
10.3.1	Cambios en el CNABF 2013 con respecto al CNABF 2010.....	173
10.4	Anexos banda MHz 1400-1600 MHz	175
10.4.1	Niveles máximos de potencia de emisiones no deseadas del servicio móvil.....	175
10.4.2	Notas sobre referencias de prácticas regulatorias en otros países	175
10.5	Equipo de trabajo	178
11	Bibliografía	179



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 6 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Colombia – Evolución histórica del espectro móvil asignado	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 Américas – Relación entre el PIB per cápita ajustado por paridad y el espectro móvil asignado	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3 Colombia - Proyecciones de tráfico (voz + datos) para los años 2010 a 2023 - TB/año	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 Colombia – Predicción de demanda y posibles escenarios de liberación de bandas para asignación de espectro móvil	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5 Línea de tiempo estimada para las nuevas atribuciones a MÓVIL y/o uso de espectro a IMT	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6 Vencimiento de licencias por año para los equipos en la banda de 450– 470 MHz	28
Figura 7 Distribución porcentual del vencimiento de la licencia para los equipos en la banda de 450–470 MHz	28
Figura 8 Arquitectura típica de las redes de 450 MHz	29
Figura 9 Países con redes CDMA 450 desplegadas	33
Figura 10 Atribuciones de frecuencia en Colombia para la banda de 450 MHz	35
Figura 11 Opciones de canalización para la banda de 450 MHz	35
Figura 12 Servicios cocanal y adyacente a la canalización propuesta para IMT en la banda de 450 MHz	37
Figura 13 Atribución y posible ocupación de la banda AWS Extendida en Colombia	52
Figura 14 Esquema de canalización de la banda AWS en Colombia	53
Figura 15 Análisis de compatibilidades en Colombia sobre la propuesta de plan de banda para AWS Extendida	54
Figura 16 Vencimiento de licencias por año para los equipos en las estaciones de radioenlace en la banda de 2300– 2400 MHz	67
Figura 17 Distribución porcentual del vencimiento de la licencia para los equipos de las estaciones de radioenlace en la banda de 2300–2400 MHz	67
Figura 18 Años de vencimiento de la licencia para los equipos en las estaciones base en la banda de 2300–2400 MHz	68
Figura 19 Distribución porcentual del vencimiento de la licencia para los equipos de las estaciones base en la banda de 2300–2400 MHz	68



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 20 Sistema multiacceso	69
Figura 21 Uso de la banda de 2300-2400 MHz en la modalidad TDD de espectro no apareado.....	71
Figura 22 Mapa LTE – Redes 4G que hacen uso de la banda 2300-2400 MHz	72
Figura 23 Asignaciones de los operadores a la banda de 2300-2400 MHz	72
Figura 24 Atribución y posible ocupación de la banda de 2300-2400 MHz en Colombia ...	75
Figura 25 Año de vencimiento de licencias de equipos en la banda 3,5 GHz.....	85
Figura 26 Predicción del despliegue global de las diferentes tecnologías celular en 2016.	86
Figura 27 Las opciones FDD y TDD para los arreglos de frecuencias de la banda de frecuencia 3500 MHz según la UIT-R	88
Figura 28 Distribución en México y Perú para la banda de 3500 MHz.....	91
Figura 29 Atribución y posible ocupación de la banda de 3400 - 3600 MHz en Colombia y su comparación con UIT, 3GPP, USA, Canadá, Alemania, Reino Unido e Irlanda	93
Figura 30 Servicios cocanal y adyacente a la canalización propuesta para IMT en la banda de 3500 MHz.....	95
Figura 31 Situación de interferencia AFI en duplexación FDD	95
Figura 32 Cantidad de portadoras ocupadas para el servicio de cubrimiento por departamento – 1,4 a 1,6 GHz.....	107
Figura 33 Cantidad de portadoras ocupadas para servicio de radioenlaces por departamento – 1,4 a 1,6 GHz.....	107
Figura 34 Cantidad de asignaciones con licencia a expirar en la fecha indicada	112
Figura 35 Cantidad porcentual acumulado de asignaciones liberadas al finalizar cada año	112
Figura 36 Cantidad acumulada de frecuencias Tx liberadas al finalizar el año indicado...	113
Figura 37 Cantidad de estaciones por marca y modelo utilizados para cubrimiento en la banda 1,4-1,6 GHz.....	114
Figura 38 Cantidad de radioenlaces por marca y modelo en la banda 1,4-1,6 GHz	114
Figura 39 Disponibilidad mundial de la banda de 1452–1492 MHz.....	116
Figura 40 Análisis de una posible canalización para IMT en la banda 1400–1600 MHz ...	119
Figura 41 Análisis de una posible canalización para IMT de la banda 3300–3400 MHz ...	130
Figura 42 Cantidad de canales ocupados por departamento en la banda 3,6-3,8 GHz	138
Figura 43 Cantidad de radioenlaces con licencia a expirar en la fecha indicada	139



SC-CER285490



GP-CER285491

Figura 44 Cantidad porcentual acumulado de radioenlaces liberados al finalizar el año . 140

Figura 45 Cantidad de radioenlaces registrados según marca y modelo 140

Figura 46 Arquitectura del sistema radioenlace microondas Marconi 141

Figura 47 Ubicación de las estaciones terrenas registradas con varios operadores de satélite y recepción en la banda 3700-4200 MHz..... 144

Figura 48 Análisis de una posible canalización para IMT de la banda 3600–3800 MHz ... 146

Figura 49 Cuotas de mercado por tecnología móvil – Tercer trimestre 2013 158

Figura 50 Evolución de los principales estándares móviles 159

Figura 51 Comparación de los pronósticos de (UIT - Reporte M.2072, 2006) y tráficos reportados en 2011 160

Figura 52 Nuevas aplicaciones para Android por mes..... 161

Figura 53 Tráfico generado por distinto tipos de aplicaciones 162

Figura 54 Penetración global de las redes sociales en usuarios de Internet móvil..... 163

Figura 55 Pronóstico del volumen generado por aplicaciones en la nube del tráfico móvil total 165

Figura 56 Estimación de volúmenes de tráfico de datos generados por terminal móvil, respecto al teléfono básico 166

Figura 57 Pronóstico de cantidad de dispositivos móviles por tipo 167

Figura 58 Mapa LTE –Redes 4G en la banda 3,6 GHz 170



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 9 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Colombia - Asignación de espectro para servicios móviles por operador y banda	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 Panorama del espectro asignado, sin asignar, identificado y de posible identificación, que podría ser utilizado para servicios IMT	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 450-460 MHz propuesto por la UIT	18
Tabla 4 Notas internacionales referentes a la banda 450-470 MHz	18
Tabla 5 CNABF referente a la banda de frecuencia 450-470 MHz	20
Tabla 6 Notas nacionales aplicables a la banda 450-470 MHz.....	20
Tabla 7 Ocupación de canal y asignación de frecuencias por departamento en el rango de 450 a 470 MHz	23
Tabla 8 Cantidad total de tipos de terminales de usuario por versión de CDMA200 en el mercado.....	34
Tabla 9 Banda 31 de operación E-UTRA para 450 MHz	36
Tabla 10 Anchos de banda de canal disponibles para E-UTRA en la banda de 450 MHz	36
Tabla 11 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda AWS Extendida propuesto por la UIT	42
Tabla 12 Notas internacionales referentes a la banda AWS Extendida	43
Tabla 13 CNABF referente a las bandas de frecuencia AWS Extendida	45
Tabla 14 Notas nacionales aplicables a la banda AWS Extendida en Colombia	46
Tabla 15 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 2300-2400 MHz propuesto por la UIT	58
Tabla 16 Notas internacionales referentes a la banda 2300-2400 MHz	58
Tabla 17 CNABF referente a la banda de frecuencia 2300-2400 MHz	59
Tabla 18 Notas nacionales aplicables a la banda 2300-2400 MHz.....	59
Tabla 19 Estaciones de cubrimiento: ocupación de banda y asignación de frecuencias por región en el rango de 2300 a 2400 MHz	62
Tabla 20 Radioenlaces: Ocupación de banda y asignación de frecuencias por región en el rango de 2300-2400 MHz	63
Tabla 21 Descripción de equipos utilizados actualmente.....	65

Tabla 22 Países y operadores con redes 4G operando en la banda 2300-2400 MHz	73
Tabla 23 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 3400-3600 MHz propuesto por la UIT	81
Tabla 24 Notas internacionales referentes a la banda 3400-3600 MHz	81
Tabla 25 CNABF referente a la banda de frecuencia 3400-3600 MHz	82
Tabla 26 Notas nacionales aplicables a la banda 3400-3600 MHz.....	83
Tabla 27 Arreglos de frecuencias FDD y TDD dentro de la banda de frecuencia de 3500 MHz recomendada por UIT-R	88
Tabla 28 Operadores en proceso de operaciones comerciales en LTE/Banda 42, 43	89
Tabla 29 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 1400-1592 MHz propuesto por la UIT	99
Tabla 30 Notas internacionales referentes a la banda 1400-1592 MHz	100
Tabla 31 CNABF referente a la banda de frecuencia 1400-1592 MHz	103
Tabla 32 Notas nacionales aplicables a la banda 1400-1600 MHz.....	104
Tabla 33 Descripción de ocupación con Estaciones de cubrimiento por departamento en 1,4-1,6 GHz.....	108
Tabla 34 Descripción de ocupación con radioenlaces punto a punto por departamento en 1,4-1,6 GHz.....	108
Tabla 35 Ocupación total por Departamento en la Banda 1,4-1,6 GHz	110
Tabla 36 Descripción de uso para la banda 1,4-1,6 GHz.....	111
Tabla 37 Adjuntos de los documentos de estudio relacionados con la banda 1400-1600 MHz	115
Tabla 38 Interés en la banda 1400-1600 MHz.....	117
Tabla 39 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 3300-3400 MHz propuesto por la UIT	125
Tabla 40 Notas internacionales referentes a la banda 3300-3400 MHz	125
Tabla 41 CNABF referente a la banda de frecuencia 3300-3400 MHz	126
Tabla 42 Notas nacionales aplicables a la banda 3300-3400 MHz.....	126
Tabla 43 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 3600-3800 MHz propuesto por la UIT	134
Tabla 44 Notas internacionales referentes a la banda 3600-3800 MHz	134
Tabla 45 CNABF referente a la banda de frecuencia 3600-3800 MHz	135



Tabla 46 Notas nacionales aplicables a la banda 3600-3800 MHz.....	135
Tabla 47 Ocupación por departamento en la banda de 3,6-3,8 GHz	138
Tabla 48 Interés en la banda 3600-3800 MHz.....	144
Tabla 49 Comparación indirecta para el tráfico promedio anual por suscriptor, entre los pronósticos de la UIT para la región Américas y las proyecciones de Tachyon Ltda para Colombia	160
Tabla 50 Pronósticos del tráfico M2M	164
Tabla 51 Clasificación de equipos WiMAX certificados por WimaxForum – Banda de 3,5 GHz	167
Tabla 52 Países y operadores que utilizan la banda 3,65 MHz	168
Tabla 53 Equipos que operan en la banda 3,6-3,8 GHz	169
Tabla 54 Principales fabricantes de equipamiento para las bandas 3,5 GHz y 3,6 GHz....	170
Tabla 55 Modelos de dispositivos de usuarios para las Bandas 42 y 43	171
Tabla 56 Descripción del SG 5 – Servicios terrestres.....	172
Tabla 57 Condiciones operativas para aplicaciones de telemetría y control	174
Tabla 58 Condiciones operativas para los dispositivos de operación momentánea	174
Tabla 59 Plan de banda 440–470 MHz.....	174
Tabla 60 Niveles máximos de potencia de emisiones no deseadas del servicio móvil en 1427–1452 MHz	175
Tabla 61 Notas nacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz – Australia.....	175
Tabla 62 Notas internacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz – Australia	176
Tabla 63 Notas nacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz para uso federal – Estados Unidos.....	176
Tabla 64 Notas internacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz para uso federal– Estados Unidos.....	177
Tabla 65 Equipo de trabajo	178



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

1 Introducción

Los gobiernos, la industria y los consumidores están adoptando, cada día más, la perspectiva de que el espectro tiene un valor importante en términos económicos, como insumo general de la producción de servicios de telecomunicaciones, especialmente en servicios móviles y de banda ancha.

La importancia de esta industria en el desarrollo de las sociedades y las economías y su consecuente peso financiero ha generado una creciente presión sobre los gobiernos y los reguladores quienes deben disponer una mayor cantidad de espectro a la industria móvil para facilitar su espectacular crecimiento y la importancia que ha tomado en la economía, tanto de los países desarrollados como en desarrollo.

Numerosos estudios han abordado la importancia de las comunicaciones móviles para la economía, examinando los vínculos con el crecimiento del PIB, los ingresos, el empleo y la productividad.

Por ejemplo, un análisis realizados para Estados Unidos y 14 países de Europa entre 1998 y 2007 (Waverman, 2009) llegó a la conclusión que la penetración de banda ancha del 1% o más elevó la productividad en 0,0013% en los mercados con niveles medios a altos de penetración de banda ancha; otro análisis con los datos de 24 países de América Latina y El Caribe entre el 2004 y 2008 (Katz, 2010), encontró que el aumento del 1% en la penetración de banda ancha se tradujo en un incremento de 0,0178% del PIB. También se estimó que el mismo aumento en la penetración de banda ancha podría aumentar el empleo en un 0,18%. A su vez la OCDE (OCDE, 2011) observó un grupo de países pertenecientes a esta Organización y encontró que una penetración 1% más alta de la banda ancha dió como resultado un crecimiento más rápido del PIB en 0,109%. Esto es interesante, pues provee soporte adicional a la idea de que el incremento en la penetración de banda ancha es causa y no consecuencia del crecimiento económico. Finalmente un cuarto estudio (GSMA - Spectrum in the EU, 2013) determinó que las telecomunicaciones móviles son aproximadamente 4,6 veces más valiosas para la economía de la Unión Europea que la televisión digital, los enlaces fijos y la radio móvil privada combinadas.

Por ello, para las economías emergentes la clave del desarrollo en las telecomunicaciones en la próxima década, será la disponibilidad de espectro, la cual será además fundamental para promover la competencia y la innovación en los mercados de telecomunicaciones.

Colombia ha logrado un aumento significativo del espectro móvil asignado a los operadores en los últimos cinco años, al pasar de 100 MHz a 405 MHz.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

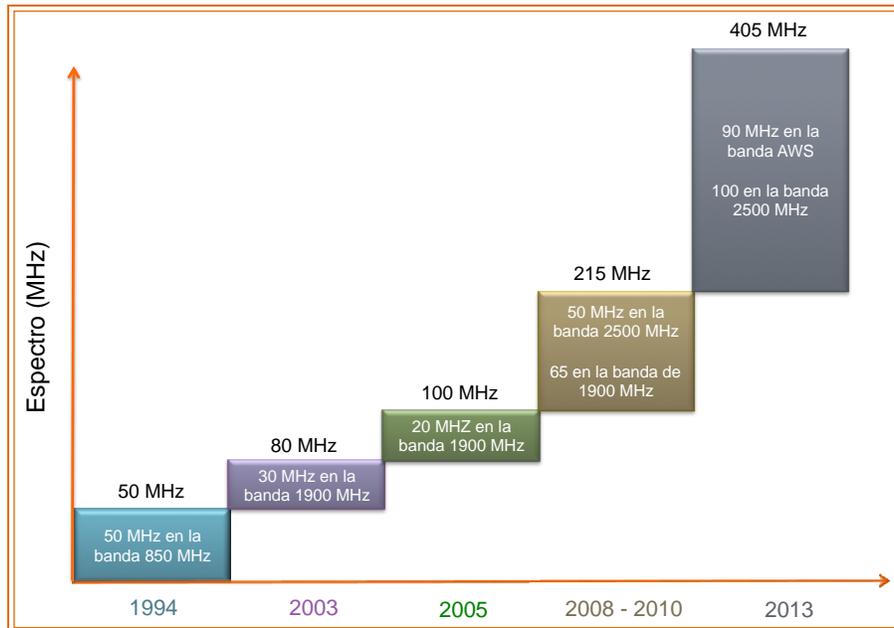
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

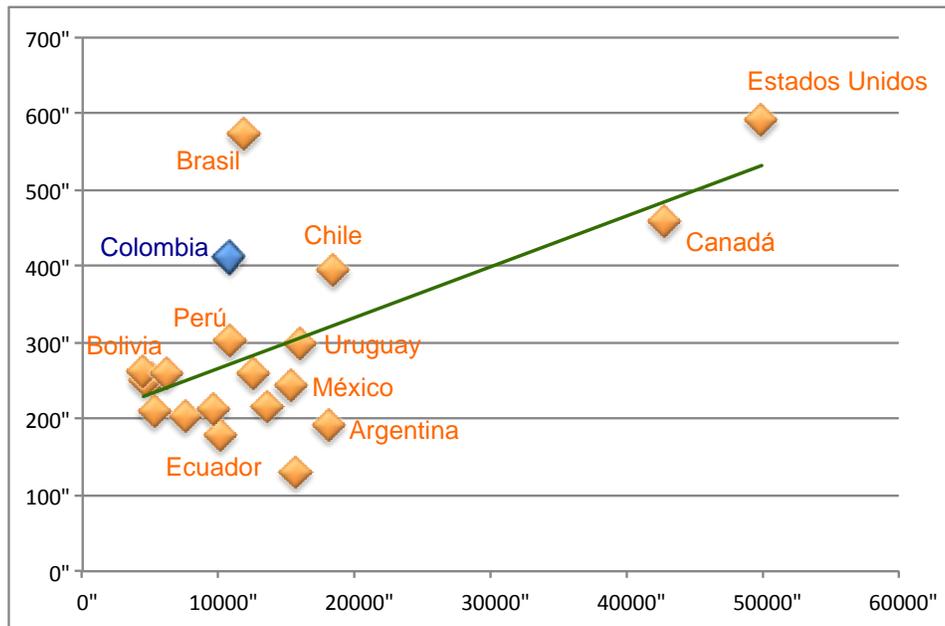
Figura 1 Colombia – Evolución histórica del espectro móvil asignado



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. La figura no está a escala.

Esto ha ubicado al país a la vanguardia en las asignaciones de espectro móvil para la región de Latinoamérica y por encima de las curvas de tendencia, respecto a su PIB per cápita ajustado por paridad, como puede verse en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 2 Américas – Relación entre el PIB per cápita ajustado por paridad y el espectro móvil asignado



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de FMI, ANE, 4G Américas, Industry Canada, FCC

En particular, los resultados de la subasta efectuada en el 2013, han permitido tener siete operadores con asignaciones de espectro para servicios móviles, aunque todavía persiste el hecho que únicamente dos de ellos tienen presencia en bandas bajas. Hay además 157 MHz de espectro para móviles disponibles para asignaciones futuras como se ve en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1 Colombia - Asignación de espectro para servicios móviles por operador y banda

Operador	703-748 MHz / 758-803 MHz	824-849 MHz / 869-894 MHz	894-905 MHz / 939-950 MHz	1850-1910 MHz / 1930-1990 MHz	1710-1755 MHz / 2110-2155 MHz	2500-2690 MHz	Total espectro
Claro	0	25	0	30	0	30	85
Telefónica	0	25	0	30	30	0	85
Tigo	0	0	0	55	0	0	55
UNE	0	0	0	0	0	50	50
DirecTV	0	0	0	0	0	70	70
Avantel	0	0	0	0	30	0	30
ETB-Tigo	0	0	0	0	30	0	30
Sin Asignar	90	0	22	5	0	40	157

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

2 Antecedentes

De acuerdo con lo previsto en el contrato 060 de 2013 suscrito entre la ANE y Tachyon Ltda, para la realización del presente estudio y que tuvo por objeto la *“realización del estudio técnico y económico de las bandas de frecuencias identificadas para IMT según el reglamento de radio de la 1ª edición del 2012 y que aún no han sido usadas para la implementación de este tipo de sistemas en Colombia, así como de las nuevas bandas de frecuencia que se encuentren en análisis por parte de los grupos de estudio de la UIT dentro del marco del punto 1.1. de la agenda para conferencia mundial de radiocomunicaciones del 2015 (CMR-15)”*.

Este documento de consulta pública, que hace parte del entregable 4 del mencionado contrato, tiene como objetivo conocer los comentarios del sector respecto a las conclusiones y recomendaciones de este proyecto que abordó aspectos claves del espectro para servicios IMT en Colombia, los pasos que se describen a continuación.

En las últimas dos décadas, el sector de las Radiocomunicaciones (UIT-R) ha estado identificando progresivamente frecuencias adicionales que pueden utilizarse para las IMT (incluidas las IMT-Avanzadas). Como resultado de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones CMR-92, CMR-2000 y CMR-2007, se han identificado las siguientes bandas:

- a. 450-470 MHz,
- b. 698-960 MHz,
- c. 1710-2025 MHz,
- d. 2110-2200 MHz,
- e. 2300-2400 MHz,
- f. 2500-2690 MHz, y
- g. 3400-3600 MHz

Para este proyecto la ANE seleccionó cinco de estas posibles bandas IMT para su revisión, siendo el primer paso la determinación de la viabilidad financiera y técnica de la migración de usuarios y servicios existentes de las siguientes bandas:

- a. 450–470 MHz
- b. 850 MHz Extendida (806-824 y 851-869 MHz)
- c. AWS Extendida (1755-1780 y 2155-2180 MHz)
- d. 2300–2400 MHz
- e. 3400–3600 MHz

Ahora bien, en los últimos años, el sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) ha estado analizando la posibilidad de incluir otras bandas que puedan utilizarse para servicios IMT, teniendo como escenario la CMR-15. En este sentido, se seleccionaron seis bandas para este proyecto, con el fin de que se analizara la viabilidad y conveniencia de su posible identificación para uso futuro de los servicios IMT:



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- a. 512-698 MHz
- b. 1400-1600 MHz
- c. 2050-2110 MHz
- d. 2700-2900 MHz
- e. 3300-3400 MHz
- f. 3600-3800 MHz

El siguiente paso consistió en establecer la recomendación de estrategia tendiente a implementar la efectiva, oportuna y eficiente liberación de aquellas bandas de frecuencias que lo requieran, teniendo como objetivo básico en el análisis, que la ANE disponga del espectro requerido para el despliegue de sistemas IMT que satisfagan la demanda estimada del país hasta el 2023. Se incluyó, además, una propuesta de normatividad para realizar la atribución a título primario del servicio Móvil, de acuerdo con las conclusiones de los estudios técnicos y económicos de cada una de las bandas analizadas, así como los mecanismos de reserva y liberación de bandas en los casos donde fuera necesario y viable.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 17 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3 Análisis de banda 450-470 MHz

3.1 Análisis normativo

3.1.1 Atribución internacional

Desde la CMR-07 se identificó la banda de 450-470 MHz para IMT a través de la nota internacional 5.286AA.

En la Tabla 2 se presenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda de 450-470 MHz sugerido en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Tabla 2 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 450-460 MHz propuesto por la UIT

Atribución de servicios en la banda 450 MHz – 470 MHz								
Región 1	Región 2				Región 3			
450 – 455	FIJO Móvil 5.286AA 5.209 5.271 5.286 5.286A 5.286B 5.286C 5.286D 5.286E							
455 – 456 FIJO Móvil 5.286AA 5.209 5.271 5.286A 5.286B 5.286C 5.286E	455 – 456 FIJO Móvil 5.286AA Móvil POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.286A 5.286B 5.286C				455 – 456 FIJO Móvil 5.286AA 5.209 5.271 5.286A 5.286B 5.286C 5.286E			
456 – 459	FIJO Móvil 5.286AA 5.271 5.287 5.288							
459 – 460 FIJO Móvil 5.286AA 5.209 5.271 5.286A 5.286B 5.286C 5.286E	459 – 460 FIJO Móvil 5.286AA Móvil POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.286A 5.286B 5.286C				459 – 460 FIJO Móvil 5.286AA 5.209 5.271 5.286A 5.286B 5.286C 5.286E			
460-470	FIJO Móvil 5.286AA Meteorología por satélite (espacio-Tierra) 5.287 5.288 5.289 5.290							

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

A continuación se realiza una transcripción de las notas de la UIT referentes a la banda 450-470 MHz. En caso de no ser aplicables para Colombia, se hará mención al respecto.

Tabla 3 Notas internacionales referentes a la banda 450-470 MHz

Nota RR	Descripción
---------	-------------



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota RR	Descripción
5.209	La utilización de las bandas 137-138 MHz, 148-150,05 MHz, 399,9-400,05 MHz, 400,15-401 MHz, 454-456 MHz y 459-460 MHz por el servicio móvil por satélite está limitada a los sistemas de satélites no geoestacionarios. (CMR-97)
5.271	No aplica para Colombia.
5.286	La banda 449,75-450,25 MHz puede utilizarse por el servicio de operaciones espaciales (Tierra-espacio) y el servicio de investigación espacial (Tierra-espacio), a reserva de obtener el acuerdo indicado en el número 9.21
5.286^a	La utilización de las bandas 454-456 MHz y 459-460 MHz por el servicio móvil por satélite está sujeta a la coordinación a tenor del número 9.11A. (CMR-97).
5.286AA	La banda 450-470 MHz se ha identificado para su utilización por las administraciones que deseen introducir las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT). Véase la Resolución 224 (Rev. CMR-07) ¹ . Dicha identificación no excluye el uso de esta banda por ninguna aplicación de los servicios a los cuales está atribuida y no implica prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. (CMR-07)
5.286B	No aplica para Colombia.
5.286C	No aplica para Colombia.
5.286D	No aplica para Colombia.
5.286E	No aplica para Colombia.
5.287	En el servicio móvil marítimo, las frecuencias de 457,525 MHz, 457,550 MHz, 457,575 MHz, 467,525 MHz, 467,550 MHz y 467,575 MHz pueden ser utilizadas por las estaciones de comunicaciones a bordo. Cuando sea necesario, pueden introducirse para las comunicaciones a bordo los equipos diseñados para una separación de canales de 12,5 kHz que empleen también las frecuencias adicionales de 457,5375 MHz, 457,5625 MHz, 467,5375 MHz y 467,5625 MHz. Su empleo en aguas territoriales puede estar sometido a reglamentación nacional de la administración interesada. Las características de los equipos utilizados deberán satisfacer lo dispuesto en la Recomendación UIT-R M.1174-2. (CMR-07)
5.288	No aplica para Colombia.
5.289	Las bandas 460-470 MHz y 1690-1710 MHz pueden también ser utilizadas para las aplicaciones del servicio de exploración de la Tierra por satélite distintas de las del servicio de meteorología por satélite, para las transmisiones espacio-Tierra, a reserva de no causar interferencia perjudicial a las estaciones que funcionan de conformidad con el Cuadro.
5.290	No aplica para Colombia.

Fuente: (UIT - Reglamento Radiocomunicaciones, 2012)

¹ Nota de la Secretaría. Esta Resolución ha sido revisada por la CMR-12.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3.1.2 Atribución nacional vigente

La atribución de la banda 450-470 MHz en Colombia se presenta en la Tabla 4 y la definición de algunos servicios radioeléctricos se encuentra en la Sección 10.2.1.

Tabla 4 CNABF referente a la banda de frecuencia 450-470 MHz

Región 2	Colombia	Notas
450 – 455 FIJO Móvil 5.286AA	450 – 455 FIJO Móvil 5.286AA	CLM 5 CLM 28 CLM 30 CLM 31
5.209 5.271 5.286 5.286A 5.286B 5.286C 5.286D 5.286E	5.209 5.271 5.286 5.286A 5.286B 5.286C 5.286D 5.286E	
455 – 456 FIJO Móvil 5.286AA Móvil POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.286A 5.286B 5.286C	455 – 456 FIJO Móvil 5.286AA Móvil POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.286A 5.286B 5.286C	CLM 5 CLM 28 CLM 30
456 – 459 FIJO Móvil 5.286AA	456 – 459 FIJO Móvil 5.286AA	CLM 5 CLM 28 CLM 30 CLM 31
5.271 5.287 5.288	5.271 5.287 5.288	
459 – 460 FIJO Móvil 5.286AA Móvil POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.286A 5.286B 5.286C	459 – 460 FIJO Móvil 5.286AA Móvil POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.286A 5.286B 5.286C	CLM 5 CLM 28
460 – 470 FIJO Móvil 5.286AA Meteorología por satélite (espacio-Tierra)	460 – 470 FIJO Móvil 5.286AA Meteorología por satélite (espacio-Tierra)	CLM 5 CLM 28 CLM 30
5.287 5.288 5.289 5.290	5.287 5.288 5.289 5.290	

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

En la Tabla 5 se presentan las notas nacionales CLM que son aplicables para la banda 450-470 MHz.

Tabla 5 Notas nacionales aplicables a la banda 450-470 MHz

Nota nacional	Descripción
CLM5 - MOD 2013	Se permite el uso libre de las bandas de frecuencias definidas en las resoluciones 1520 de 2002, 2190 de 2003, 689 de 2004, 1689 de 2007, 2544 de 2009 y 473 de 2010 expedidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 20 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción
	<p>Comunicaciones por parte del público en general, siempre y cuando se respeten los rangos de frecuencias, las aplicaciones y las condiciones técnicas y operativas que las mismas resoluciones establecen. Se prohíbe la utilización de aparatos y dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance (RCA) en las bandas especificadas en el Artículo 6 de la Resolución 473 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (1) (2) (3) (4) (5) (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> • (1). Resolución 473 de 23 de abril de 2010 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente por parte del público en general mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia. Derogó la Resolución 797 de 2001. • (2). Resolución 1520 de 2002 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente para la operación de teléfonos inalámbricos que se conecten a la RTPC; siempre y cuando operen en recintos cerrados, sean de baja potencia y corto alcance. • (3). Resolución 2190 de 2003 atribuyó frecuencias para ser utilizadas libremente en los radios portátiles de operación itinerante; siempre y cuando se respeten los límites de intensidad de campo del artículo 3º de la citada resolución. • (4). Resolución 689 de 2004 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre en la prestación de servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local. Resolución 1689 de 2007 derogó el Artículo 9. • (5). Resolución 2544 de 2009 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen spread spectrum, modulación digital, banda ancha y baja potencia. • (6). Resolución 1689 de 2007, "Por la cual se modifica la Resolución 689 del 21 de abril de 2004" - derogó el Artículo 9 de la Resolución 689 de 2004.
<p>CLM28 – MOD 2013</p>	<p>Se adopta una separación entre frecuencias portadoras adyacentes de 12,5 kHz, para la operación de equipos de radiocomunicaciones monocanales de voz que operen en las siguientes bandas de frecuencias: 138 - 144 MHz, 148 - 174 MHz, 225 - 245 MHz y 440 - 470 MHz. Para la banda 440 – 470 MHz se aplicará el plan de banda descrito en la Tabla 41A. (11)</p> <ul style="list-style-type: none"> • (11) Resolución 407 del 15 de febrero de 1995 (MinComunicaciones - Resolución 407, 1995) adoptó una distribución de canales a 12,5 kHz entre frecuencias portadoras para sistemas monocanales de voz
<p>CLM30 – MOD 2013</p>	<p>Se reservan las frecuencias listadas en la Resolución 1201 de 2004 para la operación exclusiva del Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana, en las condiciones técnicas que la misma resolución describe. (12)</p> <ul style="list-style-type: none"> • (12) Resolución 1201 de 2004 (MinComunicaciones Resolución 1201, 2004) atribuyó frecuencias para operación del Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana; derogó Artículo 6º de la Resolución 2190 de 2003 (MinComunicaciones Resolución 2190, 2003).



SC-CER285490



GP-CER285491

Nota nacional	Descripción
	<p>Se reservan para el uso dentro de recintos cerrados, en las ciudades de Cali y Bogotá D.C., las frecuencias establecidas en la Resolución 2472 de 1991. (13)</p> <ul style="list-style-type: none"> (13). Resolución 2472 de 1991 (MinComunicaciones - Resolución 2472, 1991) reservó frecuencias para el uso de redes destinadas para actividades de telecomunicaciones en recintos cerrados
<p>CLM31 – MOD 2013</p>	<p>Las frecuencias listadas en la Resolución 1713 de 2004 podrán ser utilizadas libremente, en el ámbito local, municipal o departamental, según corresponda, por las entidades territoriales para la operación de los Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial. (14)</p> <ul style="list-style-type: none"> (14) Resolución 1713 del 2004 (MinComunicaciones - Resolución 1713, 2004) determinó la prestación de Servicios Especiales de telecomunicaciones que utilicen Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial y derogó la Resolución 1946 de 1998 (MinComunicaciones - Resolución 1946, 1998).

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

3.2 Análisis de ocupación y uso

3.2.1 Análisis de ocupación

Se recibió una base de datos (ANE - BD 450-470 MHz, 2013) por parte de la ANE que incluía 4386 registros, y se asume que esta cumple con las características descritas en la Sección 10.2.2.

En la Tabla 6, se presenta en cifras la ocupación espectral del rango 450-470 MHz segmentado por zonas geográficas, se observa la cantidad de:

- Asignaciones a equipos transmisores.
- Densidad y porcentaje de ocupación espectral, de acuerdo a la cantidad de frecuencias portadoras diferentes utilizadas.
- Superficie y densidad poblacional de la región analizada.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 22 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Tabla 6 Ocupación de canal y asignación de frecuencias por departamento en el rango de 450 a 470 MHz

Departamento o Región	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad de portadoras	Cantidad de Portadoras con BW=25KHz	Densidad de Ocupación [Canales / MHz] (a 12.5 KHz)	Porcentaje ocupación (20MHz = 100%)	Canales/MHz/ km ²	Cantidad de asignaciones a equipos
Colombia	1.141.748	41,3	630	84	35,7	44,6%	3,127E-05	4386
Cundinamarca + Bogotá D.C.	24.220	424,14	319	19	16,9	21,1%	6,978E-04	1193
Bogotá D.C.	1.587	4835,8	282	11	14,7	18,3%	9,231E-03	859
Sin ubicación definida	-	-	222	36	12,9	16,1%	-	579
Valle	22.140	204,2	150	4	7,7	9,6%	3,478E-04	329
Casanare	44.640	7,7	142	1	7,2	8,9%	1,602E-04	240
Antioquia	63.612	99,0	101	5	5,3	6,6%	8,332E-05	300
Guajira	20.848	43,3	73	24	4,9	6,1%	2,326E-04	224
Risaralda	4.140	227,4	63	9	3,6	4,5%	8,696E-04	106
Meta	85.635	10,8	64	4	3,4	4,3%	3,970E-05	118
Atlántico	3.388	709,3	64	2	3,3	4,1%	9,740E-04	152
Quindío	1.845	302,9	61	3	3,2	4,0%	1,734E-03	138
Magdalena	23.188	53,3	54	0	2,7	3,4%	1,164E-04	89
Santander	30.537	66,84	52	0	2,6	3,3%	8,514E-05	86
Boyacá	23.189	54,9	50	0	2,5	3,1%	1,078E-04	109
Cesar	22.905	53,9	47	0	2,4	2,9%	1,026E-04	84
Bolívar	25.978	78,9	43	0	2,2	2,7%	8,276E-05	62
Huila	19.890	56,6	43	0	2,2	2,7%	1,081E-04	70
Tolima	23.562	10,9	37	6	2,2	2,7%	9,125E-05	52

Departamento o Región	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad de portadoras	Cantidad de Portadoras con BW=25KHz	Densidad de Ocupación [Canales / MHz] (a 12.5 KHz)	Porcentaje ocupación (20MHz = 100%)	Canales/MHz/ km ²	Cantidad de asignaciones a equipos
Cauca	29.308	46,2	40	0	2,0	2,5%	6,824E-05	75
Norte Stder	21.658	61,5	40	0	2,0	2,5%	9,234E-05	59
Caldas	7.888	124,8	39	0	2,0	2,4%	2,472E-04	51
Nariño	33.268	51,2	31	0	1,6	1,9%	4,659E-05	39
Córdoba	25.020	66,3	29	0	1,5	1,8%	5,795E-05	40
Chocó	46.530	10,5	23	3	1,3	1,6%	2,794E-05	27
Sucre	10.917	103,2	24	0	1,2	1,5%	1,099E-04	31
San Andrés	52	1445,5	16	4	1,0	1,3%	1,923E-02	24
Caquetá	88.965	5,2	17	2	1,0	1,2%	1,068E-05	18
Arauca	23.818	10,8	16	0	0,8	1,0%	3,359E-05	21
Putumayo	24.885	13,5	14	0	0,7	0,9%	2,813E-05	14
Vichada	100.242	0,7	12	2	0,7	0,9%	6,983E-06	19
Amazonas	109.665	0,7	13	0	0,7	0,8%	5,927E-06	12
Guaviare	53.460	2,0	11	0	0,6	0,7%	1,029E-05	13
Guainía	72.238	0,6	7	0	0,4	0,4%	4,845E-06	7
Vaupés	54.135	0,8	6	0	0,3	0,4%	5,542E-06	5

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (Dane, 2010) y (ANE - BD 450-470 MHz, 2013)

Se realizan las siguientes observaciones del análisis por departamentos:

1. El primer registro mostrado en la Tabla 6, corresponde a la ocupación neta de la banda en Colombia. Se tienen 630 portadoras reportadas en uso, de las cuales 84 requieren 25 kHz de ancho de canal para transmitir. Con esto, se calculó que se está utilizando el 44.6% de los 20 MHz que constituyen la banda.
2. De acuerdo a lo anterior, se calcula que la densidad promedio de ocupación por MHz equivale a 35,7 [Canales/MHz], donde para este caso, ‘canal’ se refiere a un segmento con 12,5 KHz de ancho, según la disposición de la Resolución 407 (MinComunicaciones -Resolución 407, 1995).
3. Teniendo en cuenta el plan de banda mostrado en la Tabla 21 del (ANE - CNABF, 2013), se requeriría como mínimo despejar 10 MHz para IMT y reservar 4 MHz para la Policía Nacional², lo que da un total de 14 MHz que equivale al 70% de los 20 MHz que posee la banda en estudio. Esto sin considerar aún las bandas de guarda que se puedan necesitar.
4. Bajo este panorama, sería posible implementar el plan en los departamentos que tengan una ocupación actual de menos del 30% de la banda. Tal como se muestra en la Tabla 6, la zona departamental de mayor ocupación registrada es Cundinamarca con el 21,1% de uso de la banda (incluyendo a Bogotá D.C). Los demás departamentos tienen una ocupación menor al 10% de los 20 MHz de la banda. Lo que significa que, de ser viable una reorganización de los usuarios actuales en el rango espectral de 450-470 MHz, sería posible obtener el espacio suficiente para implementar IMT sobre la banda de 450 MHz en todos los departamentos de Colombia, sin migrar de banda a los demás usuarios.
5. Sin embargo, el análisis del nivel de ocupación por departamentos es afectado por las asignaciones que no reportan ubicación específica. Por este motivo, para hacer un estudio más confiable y completo, se hace un análisis en el peor de los casos donde se intersecta el conjunto de portadoras sin ubicación específica (esto incluye las portadoras que operan a nivel nacional) con el conjunto de portadoras operando en Cundinamarca que es el departamento con mayor ocupación. Luego de hacer este proceso y asegurando no repetir portadoras iguales en el conteo, se obtiene que la ocupación es del 29,1% de la banda. En tales condiciones sería necesario hacer un análisis de interferencia, pues aunque hay espacio suficiente para asignar 14 MHz (70% de la banda) a la Policía Nacional y a IMT, el espectro no alcanzaría para adicionar bandas de guarda.

² Por convenio entre MinTIC – ANE y Policía Nacional se reservaron las bandas 457,5 MHz a 459,5 MHz y 467,5 a 469,5 MHz para uso exclusivo de la Policía Nacional en los servicios fijo – móvil.

3.2.2 Análisis de uso

- **Ocupación de la banda por parte de usuarios licenciados**

Por normatividad y desde la (MinComunicaciones -Resolución 407, 1995), es permitido el uso de la banda de 450 a 470 MHz solamente para sistemas de radio monocanales de voz, convencionales y repetidoras comunitarias. Este aspecto coincide con los resultados de la encuesta y con las entrevistas realizadas a usuarios de la banda.

La ocupación actual de la banda se debe principalmente a las asignaciones para el sector estatal (Policía Nacional, FAC), seguido del sector minero y energético (Cerrejón, Equión y otras), empresas de suministro de soluciones en telecomunicaciones, empresas de vigilancia y de transporte (taxis en la modalidad de despacho).

- **Ocupación de la banda por parte de usuarios no licenciados**

La banda de 450–470 MHz, podría estar poblada con usuarios de servicios no licenciados, que no se encuentran registrados en la base de datos y para quienes no es posible establecer premisas de ocupación. A continuación se resumen algunos aspectos técnicos importantes para la ocupación de la banda.

- ✓ **Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial**

En la (MinComunicaciones - Resolución 1713, 2004), se establecen Servicios Especiales de Telecomunicaciones que utilicen Sistema de Radiocomunicación Cívico Territorial, cuyos principales temas son:

- Uso por parte de entidades territoriales: distritos, departamentos, territorios indígenas y municipios.
- Canalización a 12,5 KHz.
- Uso libre para cubrimiento local y municipal de las frecuencias 451,1125 y 454,5125 MHz. Uso libre para cubrimiento departamental de las frecuencias 453,4250 y 458,5750 MHz.

- ✓ **Dispositivos RCA**

Mediante la (MinTIC - Resolución 473, 2010), se atribuye a título secundario frecuencias y bandas de frecuencias dentro del rango 450-470 MHz para su libre uso por parte de dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance:

- Telemando, telemetría, telealarma, telecontrol vehicular, sensor de disturbancia de campo, dispositivos para ayuda de auditorio, dispositivos periféricos, microfonía inalámbrica.
- Sobre las bandas y condiciones operativas ver la Tabla 56.

- ✓ **Dispositivos de operación momentánea**



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 26 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- Los dispositivos de operación momentánea se encuentran reglamentados por la (MinTIC - Resolución 473, 2010).
- ✓ **Radios de baja potencia, corto alcance y operación itinerante**

Mediante la (MinComunicaciones - Resolución 2190, 2003) se atribuyen frecuencias específicas sobre la banda 450-470 MHz para su uso libre por parte del público en general, en aplicaciones de radios de baja potencia y corto alcance de operación itinerante.

 - Artículo 7. El Ministerio de Comunicaciones podrá reubicar en otras frecuencias disponibles del espectro radioeléctrico a los actuales concesionarios de servicios o actividades de telecomunicaciones que operen en las frecuencias establecidas por esta Resolución.
- ✓ **Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana**

Mediante la Resolución 1201 (MinTIC - Resolución 1201, 2004), se atribuyen frecuencias dentro de la banda 440-470 MHz para el uso libre y exclusivo por parte del Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana, para el desarrollo de los Servicios Auxiliares de Ayuda.

 - No requieren de coordinación en frecuencia y pueden ser utilizadas en áreas, sitios o lugares geográficos no especificados dentro del territorio nacional. Su asignación se considera autorizada de manera general.
 - Se atribuye las frecuencias 460,775, 465,775 y 467,925, para la operación exclusiva de la Policía Nacional y su red de apoyo.

3.2.3 Interés de los actuales operadores en la banda

Un usuario del sector minero energético manifestó que sus equipos llevan en operación más de 24 años y no tiene interés de permanencia en la banda. Otros dos usuarios, una empresa de vigilancia y una de telecomunicaciones indicaron su marcado interés por continuar haciendo uso de la banda.

3.2.4 Interés de eventuales operadores de IMT en la banda

Por convenio entre el MinTIC – ANE y la Policía Nacional se reservaron las bandas 457,5 MHz a 459,5 MHz y 467,5 a 469,5 MHz para uso exclusivo de la Policía Nacional en los servicios fijo – móvil terrenal.

Un operador de telecomunicaciones manifestó interés en que se dé asignación en esta banda a móvil terrestre tomando el ejemplo de Brasil.

3.2.5 Inventario de licencias

A continuación se observa la distribución de asignaciones de los equipos por año de vencimiento de licencia en la banda de 450–470 MHz.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

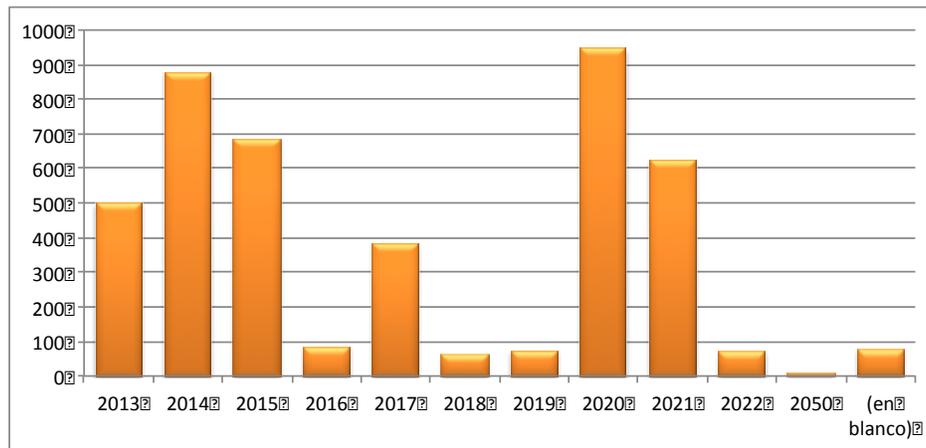
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 27 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

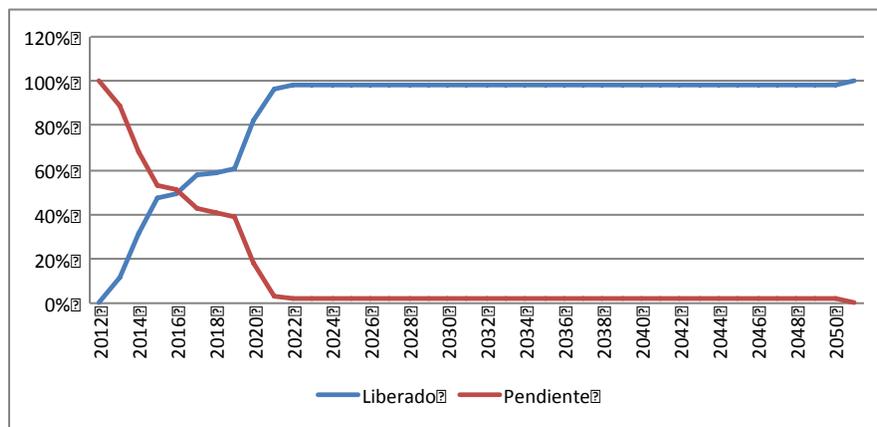
Fax: (57+1) 6000090

Figura 3 Vencimiento de licencias por año para los equipos en la banda de 450– 470 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 450-470 MHz, 2013)

Figura 4 Distribución porcentual del vencimiento de la licencia para los equipos en la banda de 450–470 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 450-470 MHz, 2013)

En la Figura 3 se muestra que la mayor parte de las licencias se vencen entre el 2013 y 2020. Mientras que la Figura 4 señala que aproximadamente el 51% de las licencias se vencen en el 2017, siempre y cuando no se prorroguen las actuales licencias ni se otorguen nuevas.

En la Figura 4 se observa un amplio espacio entre los años 2022 y 2050, que el 0,2% (diez equipos) del total de los equipos en la banda tienen licencia de operación hasta 2050. Es posible que la fecha de vencimiento al 2050, sea solamente un error en la base de datos. Se están haciendo las verificaciones pertinentes. Para 767 equipos finalizará el tiempo de vigencia de sus licencias en el 2020.

3.2.6 Inventario de equipos

- Descripción técnica de los equipos



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

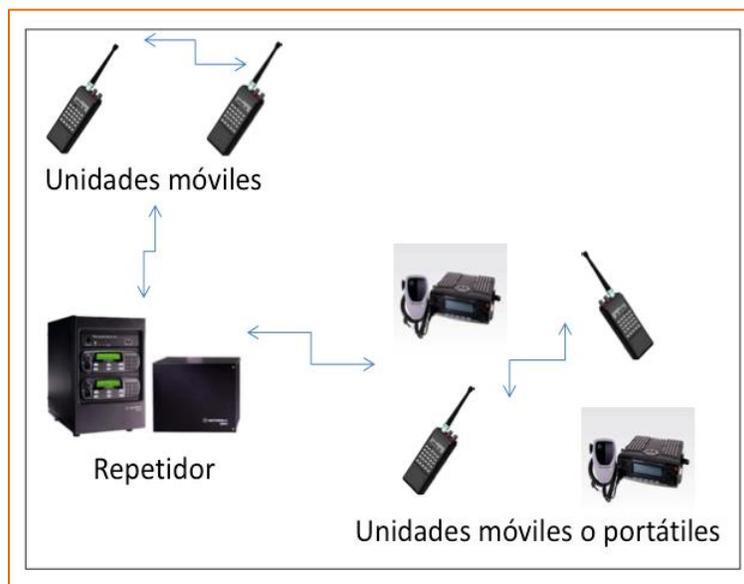
Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Los equipos de acuerdo con lo descrito en el marco normativo de la banda, son de tipo convencional mono canales de voz, operando en redes fijas o móviles de carácter privado, estatal o cívico.

Estos equipos trabajan en una topología que en su mayoría configura una red punto a punto. La comunicación se establece directamente entre terminales de usuario o por medio de algún punto de repetición. En la Figura 5 se ilustra la arquitectura de las redes de 450 MHz, y se observa que aún cuando un usuario de la banda utiliza terminales análogos, cuenta con repetidores que le permiten agregar, mediar y entregar tráfico en protocolo IP a la red de transporte.

Figura 5 Arquitectura típica de las redes de 450 MHz



Fuente: Tachyon Ltda

Los 24 licenciatarios de espectro con mayor cantidad de equipos en la banda representan más del 60% del total de las asignaciones a equipos y a su vez abarcan el 61,7% del espectro ocupado por todos los licenciatarios.

La mayor parte de los equipos son marca Motorola (más del 75%), seguida por Kenwood y Tait. Sin embargo, en la base de datos hay más de 27 marcas y 171 referencias de equipos distintas.

- **Efectos de las posibilidades de reuso o de reposición hacia nuevos equipos**

Para este análisis se asume que, siempre y cuando la licencia se encuentre vigente independientemente del año, se repondrá el valor total del equipo a precio del mercado más la instalación, a menos que el equipo se pueda resintonizar, para lo cual se tomará como valor el 20% del costo del equipo nuevo e instalado.

Un aspecto clave en la evaluación del costo de migración de la banda, tiene relación con la posibilidad de reuso de los equipos. Este reuso depende, por supuesto, de las bandas a las que se puedan migrar los equipos.

Se hizo una identificación preliminar de la banda de 440-450 MHz. Esto en razón a las siguientes consideraciones:

1. Se usa como suposición base, que no es posible hacer una reorganización de la banda con los usuarios existentes pero advirtiendo que una conclusión final sobre el tema implica un análisis de compatibilidad que está más allá del alcance del presente estudio.
2. No es posible utilizar una banda más alta. Entre 470 y 698 MHz la atribución es al servicio de RADIODIFUSIÓN para el uso de televisión y entre 698-806 MHz está la banda IMT de 700 MHz.
3. Entre 400 y 450 MHz hay más de 35 MHz atribuidos a título primario a FIJO y Móvil (por ejemplo entre 406-430 MHz y 440-450 MHz).
4. A partir de los resultados de la encuesta y de las entrevistas, así como del análisis de las especificaciones de los equipos presentes en la banda, se observa que hay altas posibilidades de reuso de varios de los equipos, especialmente en las bandas comprendidas entre 440 y 450 MHz³.
 - a. En aquellos casos donde el equipo puede migrar a la nueva banda y se supone en la simulación que su licencia todavía se encuentra vigente, no se considera ningún costo de reposición para este, pero se asume un costo de reconfiguración correspondiente al 20% del costo de un equipo nuevo⁴.
 - i. Sin embargo, el análisis muestra que una misma referencia de equipos (por ejemplo el DGM6100) puede venir en configuraciones que sí permiten⁵ o que no permiten⁶ el uso en la banda de 400-450 MHz. En esos casos, como la base de datos de la ANE no tiene el detalle del tipo de equipo, se supone en forma pesimista que ningún equipo de la denominación afectada por esta dualidad puede ser reutilizado en la nueva banda.
 - b. Cuando el equipo no puede ser reconfigurado para operar en la nueva banda y dentro de los parámetros de la simulación de cada año la licencia de este todavía se encuentra vigente, se incluye en la valoración de migración, el costo del nuevo equipo y su instalación.

³ Aún cuando algunos equipos pueden funcionar en cualquier parte de la banda de 400-450 MHz.

⁴ Este 20% puede variar de un tipo de equipo a otro. En algunos casos el costo puede ser del 0%. Como no se tiene el detalle del costo de cada equipo, se utiliza este criterio que se considera pesimista.

⁵ Por ejemplo el Motorola® DGP 6150 403-470 MHz

⁶ Por ejemplo el Motorola® DGP 6150 450-512 MHz



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 30 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3.3 Análisis técnico de la banda

En esta sección se presenta un análisis de las recomendaciones y prácticas internacionales vigentes con respecto al uso de la banda 450-470 MHz para servicios IMT en Colombia.

También se presenta una breve descripción de las principales tecnologías de red desplegadas para móvil en esta banda a nivel mundial, así como el estado tecnológico de los dispositivos terminales de usuario presentes en el mercado y tendencias futuras.

3.3.1 Recomendaciones internacionales

La propuesta sobre el uso armonizado de la banda 450 MHz para servicio inalámbrico banda ancha se manifestó en la (Citel - CCP.II Reunión XVII, 2011) donde la delegación de Brasil presentó el documento (Citel - CCP.II-RADIO doc.2540, 2011) en el que se expone el Proyecto de Recomendación CCP.II/REC.30 (XVII-11) como un nuevo marco para obtener el uso más eficiente y eficaz de esta banda.

La propuesta se discutió y consolidó en posteriores reuniones del CCP.II mediante las recomendaciones (Citel - CCP.II REC31 (XVII), 2011) y (Citel - CCP.II REC32 (XVII-12), 2012). En la primera, se manifiesta que para las nuevas asignaciones sobre la banda en cuestión se adopte, preferentemente, la disposición de frecuencias D10 (451-458 MHz y 461-468 MHz); esto se reafirma en la segunda recomendación mencionada, donde se exhorta a los Estados Miembros de la Citel para que las atribuciones nuevas en 450-470 MHz se realicen de acuerdo a la disposición de frecuencia D10 descrita en la (UIT-M.1036-4, 2012).

En ambas recomendaciones de la Citel se aconseja que aquellas Administraciones que no puedan adoptar la disposición de frecuencias D10 destinen, preferentemente, dos bloques pareados de 7 MHz en la banda mencionada, con separación duplex de 10 MHz, siendo el bloque de más baja frecuencia para transmisión desde la terminal móvil y el de más alta frecuencia para transmisión desde la estación base.

Sin embargo, el análisis realizado por el 3GPP sobre los servicios atribuidos en la banda así como los servicios adyacentes, condujo a la adopción del esquema D4⁷, que se reconoce ahora como la banda 31 de E-UTRA y está constituida por 2X5 MHz en los rangos de 452,5 MHz–457,5 MHz para *Uplink* y 462,5 MHz–467,5 MHz para *Downlink*. Estos resultados fueron publicados por 3GPP mediante un documento de reporte técnico (3GPP - TR36.840, 2013) emitido en julio de 2013. La 3GPP no aceptó la propuesta de Brasil (450–457 MHz y 460-467 MHz), entre otras consideraciones, por los estudios de compatibilidades con servicios adyacentes.

⁷ Es decir el esquema de operación tradicional de CDMA en la banda de 450 MHz.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 31 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3.3.2 Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda

Aunque la tendencia común y la recomendación UIT-R para los reguladores nacionales apunta a emitir normas regulatorias de neutralidad tecnológica para el uso de servicios IMT, los operadores nacionales cuentan con las herramientas para dirigir el desarrollo de estas tecnologías de red en el país hacia la obtención de la tecnología que mejor se adapte para el propósito y utilización del espectro de la forma más eficiente entre todas las alternativas tecnológicas.

Como referencia práctica, se presenta el caso de Brasil, donde el MiniCom puso en marcha el Programa Nacional de Telecomunicaciones Rurales para ofrecer acceso a servicios de telefonía e Internet de banda ancha en las zonas más aisladas del país. Para tal fin, en el 2012 se asignaron por medio de subasta los rangos de frecuencia de 451-458 MHz y 461-468 MHz (7+7 MHz) para la tecnología 3G/IMT o superior (CDG - Brazil 450 MHz Band, 2011).

Como directriz tecnológica se determinó las siguientes características (Anatel - Licitação: banda larga urbana e rural, 2012):

- Cobertura en voz y datos.
- Tecnología equivalente o superior a 3G.
- Velocidad mínima de datos inicial para escuelas rurales de 256 kbps en enlace descendente y 128 kbps en enlace ascendente.
- Velocidad mínima de datos para escuelas rurales en el 2017 de 1 Mbps en enlace descendente y 256 kbps en enlace ascendente.

3.3.3 Desarrollos tecnológicos

Las primeras tecnologías móviles terrestres como NMT analógico, 2G (GSM) digital, e IS-95 CDMA de las décadas de 1980 y 1990 respectivamente, fueron desplegadas en muchos países en la banda de 450 MHz.

A pesar que la frecuencia de 450 MHz es muy atractiva para todas las tecnologías móviles terrestres, debido a sus características de propagación y excelente cobertura rural, que redundan en menores inversiones de capital (Capex), hay algunas razones históricas que han limitado el uso de esta banda para servicios IMT.

Cuando las redes de tecnología 3G llegaron a los mercados, estas fueron construidas principalmente para aumentar la capacidad de las zonas urbanas, donde las frecuencias más altas son más aptas para este propósito.

La tecnología móvil terrestre IMT 3G/CDMA2000 (grupo 3GPP2) se ha introducido con un éxito relativo en la banda de 450 MHz, tanto en los mercados desarrollados como en los emergentes.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 32 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

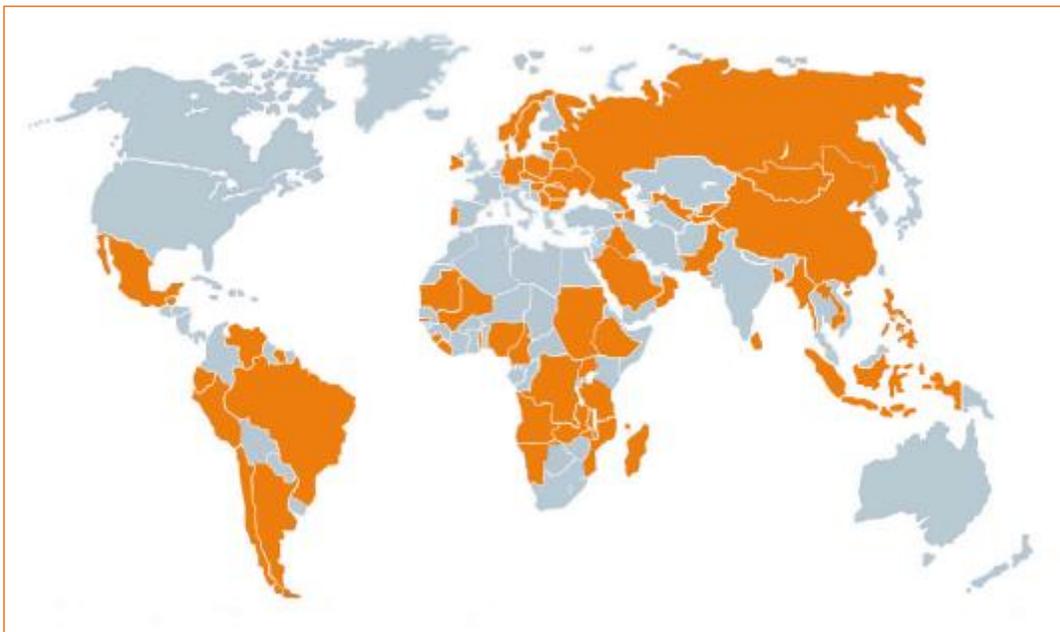
En los mercados emergentes, las redes tecnológicas CDMA450 son ampliamente utilizadas y desplegadas para banda ancha fija y servicios de redes móviles terrestres.

Por ejemplo, en Polonia, el operador Orange que pasó de la tecnología NMT a la CDMA 450, dice haber logrado una cobertura 12 veces mayor en comparación con la banda de frecuencia 1800/2100MHz al cambiar a CDMA 450/1x & EV-DO (Telecoms - 450 MHz band has great potential, 2012).

En Argentina, el operador CoTeCal lanzó la primera red CDMA 450 en América Latina, en el 2006, para servir a las zonas rurales de la Patagonia, con una aplicación de red inalámbrica fija de banda ancha (CDG - First commercial CDMA450 network in Argentina, 2006).

De acuerdo a la información del Consorcio Internacional CDG (CDG - Statistics, 2013), la tecnología CDMA 450 está siendo desplegada actualmente por 15 operadores comerciales en ocho países de Latinoamérica y El Caribe sobre la banda de 450 MHz, con un total de 115 operadores en 60 países alrededor del mundo y ninguno en Norteamérica.

Figura 6 Países con redes CDMA 450 desplegadas



Fuente: (CDG - CDMA Global, 2011)

Bajo este panorama mencionado, las tecnologías terrestres móviles CDMA 2000 y GSM permanecerán en la banda de 450 MHz por algún tiempo, pero la creciente necesidad de implantar nuevas tecnologías en las bandas de frecuencia usadas por viejas tecnologías es una de las razones que traza el camino para la tecnología LTE.

De acuerdo con (CDG - Statistics, 2013), el pronóstico para el 2016, indica que el mercado se conformará probablemente de la siguiente forma:

- 84% para redes 3GPP (3G WCDMA/UMTS y 4G LTE)
- 11% para redes 3GPP2 (CDMA2000)
- 5% para redes TD-SCDMA⁸
- Menos del 1% para redes WiMAX.

A medida que el espectro se vuelva más escaso en los próximos años, se puede pronosticar que los despliegues 3GPP en nuevas bandas de frecuencias IMT se realizarán principalmente mediante la tecnología LTE por sus características en velocidad y mejor eficiencia espectral.

En cuanto a terminales de usuario, la tecnología CDMA 2000 está relativamente bien provisionada para la banda de 450 MHz, según el Grupo de Desarrollo CDMA para mayo del 2013 había en el mercado para esta banda de frecuencias, disponibles 210 tipos de dispositivos de usuario de 37 fabricantes, dividido entre las versiones de la tecnología CDMA 2000 como lo muestra la Tabla 7.

Tabla 7 Cantidad total de tipos de terminales de usuario por versión de CDMA200 en el mercado

Version de la tecnología	Cantidad de diferentes tipos de terminales de usuario
CDMA 2000 1x	129
CDMA 2000 Rev0	25
CDMA 2000 RevA	51
CDMA 2000 RevB	5

Fuente: (CDG - 450-470 MHz Band, 2013)

Sin embargo, hay que señalar que la mayoría de los tipos de terminales de usuario son para uso único de voz o datos de muy baja velocidad (tecnología CDMA 2000 1x), por ejemplo, para la versión más reciente de CDMA 2000 (CDMA 2000 Rev.B), con la más alta velocidad de datos, el *CDG Market Facts* nombra solo cinco diferentes tipos de terminales de usuario.

Una encuesta rápida reveló que en los mercados hay teléfonos multibanda de varios fabricantes que soportan por ejemplo, las bandas de 450 MHz, 800 MHz y 1900 MHz, así como teléfonos multimodo que operan al menos en las tecnologías GSM, GPRS y CDMA2000 EV_DO Rev.A.

Para la tecnología LTE en la banda de 450 MHz, en referencia al desarrollo en Brasil habrá disponibilidad de equipos de usuario al menos por parte de Huawei⁹.

⁸ TD-SCDMA es una tecnología específica CDMA TDD se utiliza principalmente en China

⁹ Entrevista con Huawei y la ANE sostenida el 5 de septiembre de 2013



SC-CER285490



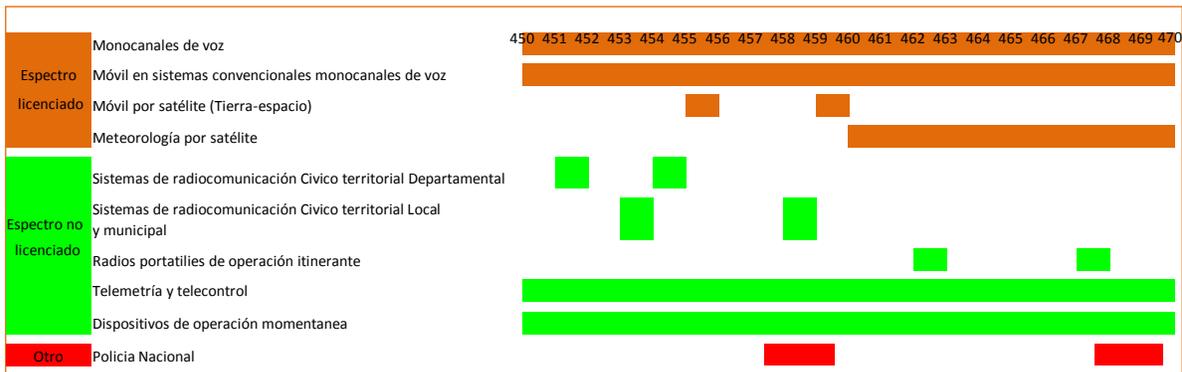
GP-CER285491

3.4 Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia

3.4.1 Esquema técnico de canalización

La propuesta de un esquema técnico de canalización en Colombia para la banda de 450 MHz, se realiza a partir del análisis de los servicios actualmente en uso sobre la banda, y se presenta en la Figura 7.

Figura 7 Atribuciones de frecuencia en Colombia para la banda de 450 MHz

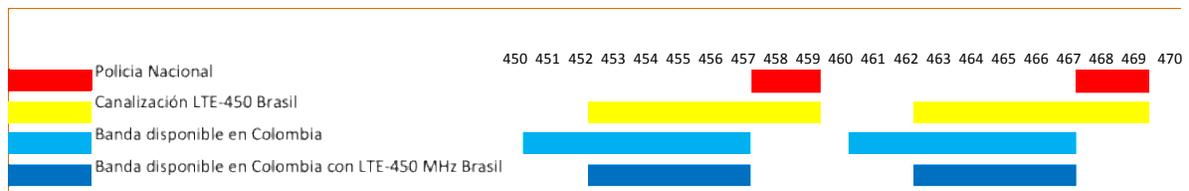


Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - CNABF, 2013), (Tachyon - PMAE Fuerza Pública, 2012) y (ANE - BD 450-470 MHz, 2013)

La información de la base de datos de la ANE hace referencia a la ocupación del espectro licenciado asignado¹⁰. En cuanto a la Policía Nacional, recién está en proceso de migración a esta banda, por lo que no se considera volver a cambiar de banda a este usuario.

A continuación se comparan las opciones de banda disponibles en Colombia con la canalización propuesta inicialmente por Brasil y teniendo como premisa mantener a la Policía Nacional en su banda actual. Visualmente el resultado se presenta en la Figura 8.

Figura 8 Opciones de canalización para la banda de 450 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

De esta manera, una posible canalización debería maximizar la eficiencia en 450–457,5 MHz pareado con 459,4–467,5 MHz, bajo un escenario de disponibilidad de hasta 15 MHz.

¹⁰ La base de datos no incluye asignaciones de Móvil por satélite ni Meteorología por satélite.

Como ya se mencionó, los análisis realizados por el grupo 3GPP sobre los servicios atribuidos en la banda así como los adyacentes, condujo a la adopción del esquema D4, en julio del 2013, que se reconoce ahora como la banda 31 de E-UTRA.

Tabla 8 Banda 31 de operación E-UTRA para 450 MHz

Banda operativa E-UTRA	Uplink (UL) Banda operativa BS recibe /UE transmite FUL_low – FUL_high	Downlink (DL) Banda operativa BS transmite /UE recibe FUL_low – FUL_high	Modo dúplex
[31]	452,5 MHz – 457,5 MHz	462,5 MHz – 467,5 MHz	FDD
...			

Fuente: (3GPP - TR36.840, 2013)

A su vez, se permiten los anchos de banda de canal que se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9 Anchos de banda de canal disponibles para E-UTRA en la banda de 450 MHz

Banda E-UTRA / Ancho de banda de canal						
Banda E-UTRA	1,4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
...						
[31]	Sí	Sí	Sí	-	-	-

Fuente: (3GPP - TR36.840, 2013)

Los trabajos realizados por Brasil y el grupo 3GPP son de gran relevancia para el análisis del caso colombiano. Si bien es cierto que la atribución de Brasil no es exactamente igual a la de Colombia, sí hay un elevado grado de armonía. En los dos países la banda colinda en el extremo superior con el servicio de RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN y en el inferior con servicios FIJO y Móvil.

De esta forma, si se considerara utilizar esta banda para el servicio móvil IMT, lo recomendable es la adopción de 5X2 MHz.

Sin embargo, se resalta que el reporte técnico (3GPP - TR36.840, 2013) está basado en el análisis del estado de la banda y los servicios cocanal y adyacente en Brasil. Por lo tanto, si se adoptara en el futuro este esquema en Colombia, sería necesario desarrollar análisis similares específicamente para el país.

3.4.2 Tiempo de implementación

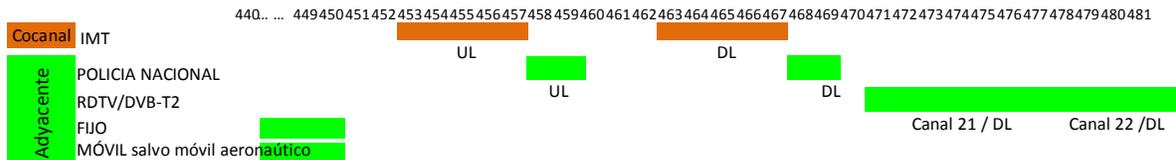
Teniendo en cuenta que el costo de migración de la banda en el 2022 se reduce significativamente, la recomendación consiste en que si se toma la decisión de permitir el uso de la banda para IMT, esto no sea antes del 2023.

3.4.3 Compatibilidad

La Figura 9 muestra la situación de la banda y sus frecuencias adyacentes para el escenario encontrado en Colombia, asumiendo la adopción de canalización sugerida por 3GPP.



Figura 9 Servicios cocanal y adyacente a la canalización propuesta para IMT en la banda de 450 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

En una eventual atribución al servicio Móvil, destinada a servicios IMT, esta sería de carácter exclusivo. Es decir, no habría que especificar algún tipo de convivencia con otro servicio en el mismo rango espectral.

Por otra parte, debido a la asignación de la Policía Nacional, un tema de compatibilidad importante que se debe analizar es PMR–IMT-PMR. De acuerdo con las simulaciones realizadas en SEAMCAT, asumiendo un PMR de tecnología P25, se observa de manera general que:

- LTE es muy resiliente y aunque es afectada por la operación de sistemas P25 en canal adyacente, dicha afectación produce una pequeña degradación del servicio (en términos de pérdida de *throughput* (kbps)).
- Los sistemas P25 son susceptibles a ser interferidos perjudicialmente por operaciones LTE en banda adyacente (sin tener banda de guarda ni técnicas de mitigación), siendo más acentuada la interferencia del enlace descendente LTE sobre el enlace ascendente y descendente de los sistemas P25.

Adicionalmente, los servicios FIJO y Móvil salvo móvil aeronáutico en la vecindad inferior no tendrían mayores problemas de compatibilidad con IMT, siempre y cuando se respeten las bandas de guarda de 2,5 MHz..

3.5 Conclusiones y recomendaciones

3.5.1 Conclusiones

1. A nivel internacional, la banda de 450-470 MHz fue identificada por el CMR-07 para la introducción de IMT.
 - a. En términos de atribución internacional en la Región 2, partes de la banda también pueden ser utilizadas a título primario para el servicio FIJO y Móvil POR SATÉLITE. Hay una nota internacional de banda que permite el servicio móvil marítimo en comunicaciones a bordo de embarcaciones en ciertas frecuencias.
2. A nivel nacional, la atribución de la banda es a título primario para FIJO, Móvil y Móvil POR SATÉLITE en algunos sub rangos y se adopta la nota internacional aplicable al servicio móvil marítimo. La canalización de la banda atribuye a IMT los sub rangos 452,5-457,5 MHz y 462,5-467,5 MHz.

- a. La atribución nacional permite aplicaciones de uso libre en la banda para: telemetría y control; dispositivos de operación momentánea; y radios de baja potencia y corto alcance de operación itinerante, todos los anteriores con limitación de potencia o intensidad de campo. También permite el uso libre de frecuencias de la banda para el Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana y Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial.
 - i. Por tanto, la banda podría estar poblada con usuarios de servicios no licenciados, que no están registrados en la base de datos y para quienes no es posible establecer premisas de ocupación.
3. La banda de 450-470 MHz registra la siguiente ocupación:
 - a. La banda tiene 4386 registros de equipos en la base de datos de la ANE. En términos geográficos la ocupación se da principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Valle, Casanare, Antioquia y Guajira.
 - b. Los principales usuarios son el Estado, sector minero energético, empresas de seguridad privada y empresas de transporte.
 - i. La base de datos de la ANE registra 255 licenciarios, quienes ocupan el 44,6% de los 20 MHz que conforma la banda analizada. De estos licenciarios se recibió respuesta equivalente al 12,7% de la banda. Estas respuestas corresponde también al 20% del total de las asignaciones registradas en la base de datos.
 - ii. Los 24 licenciarios del espectro con mayor cantidad de equipos en la banda representan más del 60% del total de las asignaciones a equipos y a su vez abarcan el 61,7% del espectro ocupado por todos los licenciarios.
 - c. La mayor parte de los equipos son marca Motorola (más del 75%), seguida por Kenwood y Tait. Sin embargo, en la base de datos hay más de 27 marcas y 171 referencias de equipos distintas.
 - d. El inventario de licencias muestra que el 96,5% de estas expirarán el 2022.
 - e. Una reorganización de la banda en la que no sea necesario migrar a los usuarios existentes y que permita el uso de 10 MHz para IMT, se ve poco probable.
4. El desarrollo tecnológico para servicios móviles en la banda de 450-470 MHz se ha dado principalmente sobre redes CDMA 450, mediante tecnología móvil terrestre IMT 3G/CDMA 2000 (Grupo 3GPP2)
 - a. Actualmente dicha tecnología está desplegada en 15 operadores comerciales de ocho países en la región de Latinoamérica y El Caribe. Hay al menos 115 operadores en 61 países alrededor del mundo que operan en esta banda.
 - b. En general existe una buena provisión de equipos terminales en la banda para tecnologías 3GPP2.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 38 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- c. Sin embargo, no se presentan despliegues a gran escala de redes 3G/WCDMA, 3G/HSPA y 3G/HSPA+, es decir la redes 3G/UMTS en esta banda.
5. La banda tiene un conjunto de problemas que pueden dificultar su uso para IMT:
 - a. El ancho de banda disponible es de solo 20 MHz. En el caso de Colombia con la asignación a la Policía Nacional del rango de 457,5-457,4 MHz y 467,5-469,4 MHz el espectro disponible es de 15 MHz sin considerar las bandas de guarda, pero la estandarización actual de la banda por parte de 3GPP permite solo el uso de 10 MHz. Esto genera limitaciones en la explotación de la banda por capacidad de tráfico.
 - b. No se conoce el uso actual de la banda por parte del Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana y de los Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial.
 - c. Se visualizan insuficientes economías de escala en la senda de desarrollo de 3GPP.
 6. Sin embargo, la banda de 450-470 MHz ha sido considerada en recomendaciones de la Citel como una herramienta útil a las administraciones de las Américas para brindar el servicio universal en áreas de densidad demográfica baja, para que las comunicaciones y el acceso a la información lleguen a todas las comunidades y se constituyan en elementos de amalgama e integración social y desarrollo.
 7. El desarrollo de LTE en la banda tiene un precedente importante en Suramérica, donde se realizó un acuerdo de trabajo entre el Minicom de Brasil y el 3GPP para estandarizar la solución de esta tecnología.
 - a. La propuesta original buscaba el empleo de 451-458 MHz para transmisiones móviles y la de 461-468 MHz como banda de transmisiones de estaciones base, en configuración D10 de (UIT-M.1036-4, 2012).
 - b. A partir del análisis del caso de Brasil se realizó la aprobación, en julio de 2013, de 3GPP de la banda 31 de E-UTRA con canalización 452,5-457,5 MHz pareada con 462,5-467,5, es decir la misma canalización utilizada por los desarrollos de 3GPP2.
 - i. Esta posibilidad de uso de la banda por equipos de evolución 3GPP o 3GPP2 mejora el ecosistema y permite neutralidad tecnológica en la canalización.
 8. Por otra parte, la banda de 450-470 MHz tiene ventajas como la cobertura y puede ser usada para mejorar la inclusión social y contribuir en la universalización del acceso a la banda ancha.
 - a. El área abarcada por una estación de 450 MHz es tres veces mayor que la de una estación base comparable de 900 MHz y 12 veces mayor que la de las estaciones base en las bandas de 1800 MHz y 2100 MHz, manteniendo al mismo tiempo una buena relación señal/ruido.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 39 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- b. Esto supone una menor inversión en infraestructura y costos de explotación más bajos, con lo que los servicios son más accesibles a los usuarios finales y la disponibilidad y adopción son mayores en las zonas mal atendidas.
9. Un análisis básico de compatibilidad entre un posible servicio PMR sobre estándar P25 e IMT sobre estándar LTE, arroja que hay probabilidad de interferencia perjudicial por parte del enlace descendente LTE sobre el enlace ascendente y descendente del sistema P25. Esto se debe estudiar a profundidad en caso de que un sistema similar al P25 llegara a ser operado por la Policía Nacional, ya que cualquier degradación del servicio podría tener un elevado impacto social.

3.5.2 Recomendaciones

1. Analizar en detalle la convivencia entre los equipos que van a ser usados por la Policía Nacional en la banda de 457,5-459,4 MHz y 467,5-469,4 MHz y el servicio de IMT en 452,5-457,5 MHz y 462,5-467,5 MHz para determinar sus características de convivencia y necesidades de banda de guarda.
 - a. Analizar también la convivencia de los equipos que instale la Policía Nacional con el servicio de televisión digital en la banda de 470 MHz.
2. En caso de asignar la banda a IMT, la fecha propuesta para la asignación sería posterior al 2023, una vez vencidas la mayoría de las licencias de los usuarios del espectro y depreciados en su totalidad los equipos en la banda.
 - a. Se sugiere establecer un embargo a nuevas asignaciones de frecuencia en la banda de 452,5-457,5 MHz y 462,5-467,5 MHz.
 - b. El uso de la banda de 450-452,5 MHz y 460-462,5 MHz depende de los resultados de los análisis de convivencia sugeridos en el punto 1 de estas Recomendaciones, así como del análisis de costo beneficio. Anunciar la eliminación en esta banda de las atribuciones de espectro a servicios no licenciados como el Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana para el desarrollo de los Servicios Auxiliares de Ayuda, los Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial y los radios de baja potencia, corto alcance y operación itinerante a partir del 2023.
3. Establecer un fortalecimiento normativo que obligue a los usuarios del Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana para el desarrollo de los Servicios Auxiliares de Ayuda y los Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial a reportar sus equipos así no necesiten de permiso previo de funcionamiento. Esto con el propósito de establecer el impacto de la medida.
4. Revisar las disposiciones nacionales en relación al uso de dispositivos de corto alcance. Se puede usar como referencia las decisiones de la Comisión Europea y otros reguladores al respecto, por ejemplo (OFCOM - IR 2030 Licence Exempt SRD, 2011).



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3.6 Preguntas al sector

1. Si es usuario actual de la banda:
 - ¿Ha tenido problemas de interferencia con el servicio de radiodifusión de televisión? Describa el problema.
 - a. ¿Ha tenido problemas de interferencia con otros servicios? ¿Cuál? Describa el problema.
2. Si no es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Está interesado en prestar algún servicio en esta banda?Cuál? Describa.
 - b. ¿Estaría interesado en la prestación de servicios IMT, con un ancho de banda de 2x 5 MHz?
3. Si es proveedor de equipos
 - a. ¿Cuenta con productos en esta banda, diferentes a los enunciados y que puedan hacer un uso más eficiente del espectro? ¿Cuales? Describa.
 - b. ¿Tiene dispositivos de corto alcance para esta banda? Describa.
4. En general:
 - a. ¿Tiene comentarios en relación con las conclusiones y recomendaciones de esta banda?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 41 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

4 Análisis de banda AWS Extendida

4.1 Análisis normativo

4.1.1 Atribución internacional

La banda AWS Extendida para las Américas adoptando la canalización AWS-3 propuesta por *Industry Canada* y que se describe más adelante, tiene los rangos de 1710-1780 MHz pareado con 2110-2180 MHz siendo entonces una extensión de la banda de AWS definida en 1710-1755 MHz pareada con 2110-2155 MHz. En la Tabla 10 se presenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda de AWS Extendida sugerido en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

Tabla 10 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda AWS Extendida propuesto por la UIT

Región 1	Región 2	Región 3
1710 – 1930 FIJO Móvil 5.384A 5.388A 5.388B 5.149 5.341 5.385 5.386 5.387 5.388		
2110 – 2 120 FIJO Móvil 5.388A 5.388B INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio lejano) (Tierra-espacio) 5.388		
2 120 – 2 160 FIJO Móvil 5.388A 5.388B 5.388	2 120 – 2 160 FIJO Móvil 5.388A 5.388B Móvil por satélite (espacio-Tierra) 5.388	2 120 – 2 160 FIJO Móvil 5.388A 5.388B 5.388
2 160 – 2 170 FIJO Móvil 5.388A 5.388B 5.388	2 160 – 2 170 FIJO Móvil Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.388 5.389C 5.389E	2 160 – 2 170 FIJO Móvil 5.388A 5.388B 5.388
2 170 – 2 200 FIJO Móvil Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A 5.388 5.389A 5.389F		

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 42 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

A continuación se realiza una transcripción de las notas de la UIT referentes a la banda AWS Extendida. En caso de no ser aplicables para Colombia, se hará mención al respecto.

Tabla 11 Notas internacionales referentes a la banda AWS Extendida

Nota RR	Descripción
5.149	<p>Se insta a las administraciones a que, al hacer asignaciones a estaciones de otros servicios a los que están atribuidas las bandas¹¹: (...), 1 660-1 670 MHz, 1718,8 - 1722,2 MHz, 2 655-2 690 MHz, (...), tomen todas las medidas prácticamente posibles para proteger el servicio de radioastronomía contra las interferencias perjudiciales. Las emisiones desde estaciones a bordo de vehículos espaciales o aeronaves pueden constituir fuentes de interferencia particularmente graves para el servicio de radioastronomía (véanse los números 4.5 y 4.6 y el Artículo 29. (CMR - Resolución 744, 2007).</p> <ul style="list-style-type: none"> Número 4.5 La frecuencia asignada a una estación de un servicio dado deberá hallarse suficientemente separada de los límites de la banda atribuida a dicho servicio para que, teniendo en cuenta la banda de frecuencias asignada a dicha estación, no cause interferencia perjudicial a aquellos servicios a los que se hayan atribuido las bandas adyacentes. Número 4.6 Para la solución de casos de interferencia perjudicial, el servicio de radioastronomía se tratará como un servicio de radiocomunicación. No obstante, se le concederá protección contra servicios que funcionen en otras bandas, en la misma medida en que estos gocen de protección entre sí.
5.341	<p>En las bandas 1400 - 1727 MHz, 101 - 120 GHz y 197 - 220 GHz, ciertos países realizan operaciones de investigación pasiva en el marco de un programa de búsqueda de emisiones intencionales de origen extraterrestre.</p>
5.351A	<p>En lo que respecta a la utilización de las bandas 1 518-1 544 MHz, 1 545 1 559 MHz, 1 610-1 645,5 MHz, 1 646,5-1 660,5 MHz, 1 668-1 675 MHz, 1 980-2 010 MHz, 2 170-2 200 MHz, 2 483,5-2 520 MHz y 2 670-2 690 MHz por el servicio móvil por satélite, véanse las Resoluciones 212 (Rev.CMR 07) y 225 (Rev.CMR 07) (Rev.CMR-12). (CMR 07)</p>
5.384A	<p>Las bandas 1710 - 1885 MHz, 2300 - 2400 MHz y 2500-2690 MHz, o partes de esas bandas, se han identificado para su utilización por las administraciones que deseen introducir las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) de conformidad con la Resolución 223 (UIT - M.1036-4, 2012)(Rev.CMR-07) (CMR - Resolución 744, 2007). Dicha identificación no excluye su uso por ninguna aplicación de los servicios a los cuales están atribuidas y no implica prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones (CMR, 2007).</p>
5.385	<p>Atribución adicional: la banda 1718,8 - 1722,2 MHz, está también atribuida, a título secundario, al servicio de radioastronomía para la observación de rayas espectrales (CMR , 2000).</p>
5.386	<p>Atribución adicional: la banda 1750 - 1850 MHz está también atribuida, a título</p>

¹¹ Lista truncada según frecuencias de interés, ver lista completa de frecuencias en el (ANE - CNABF, 2013), página 114.



SC-CER285490



GP-CER285491

Nota RR	Descripción
	<p>primario, al servicio de operaciones espaciales (Tierra-espacio) y al servicio de investigación espacial (Tierra-espacio) en la Región 2, en Australia, Guam, India, Indonesia y Japón, a reserva de obtener el acuerdo indicado en el número 9.21, con atención particular a los sistemas de dispersión troposférica (CMR , 2003).</p> <ul style="list-style-type: none"> Número 9.21 Antes de notificar a la Oficina o poner en servicio una asignación de frecuencia en cualquiera de los casos seguidamente enumerados, la administración interesada deberá efectuar, en su caso, la coordinación con las otras administraciones identificadas de acuerdo con el número 9.27: para cualquier estación de un servicio con respecto al cual se estipula el requisito de buscar el acuerdo de otras administraciones en una nota del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias que haga referencia a esta disposición. (CMR , 2000)
5.387	No aplica para Colombia
5.388	<p>Las bandas 1885 - 2025 MHz y 2110 - 2200 MHz están destinadas a su utilización, a nivel mundial, por las administraciones que desean introducir las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000). Dicha utilización no excluye el uso de estas bandas por otros servicios a los que están atribuidas. Las bandas de frecuencias deberían ponerse a disposición de las IMT-2000 de acuerdo con lo dispuesto en la Resolución 212 (CMR , 1997). Véase también la Resolución 223 (Rev.CMR-12) (CMR , 2012) (CMR , 2000).</p>
5.388A	<p>En las Regiones 1 y 3, las bandas 1885 - 1980 MHz, 2010 - 2025 MHz y 2110 - 2170 MHz, y en la Región 2, las bandas 1885 - 1980 MHz y 2110 - 2160 MHz, pueden ser utilizadas por las estaciones situadas en plataformas a gran altitud como estaciones de base para la prestación de los servicios de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000), de acuerdo con la Resolución¹² 221 (CMR, 2007). Su utilización por las aplicaciones IMT-2000 que empleen estaciones situadas en plataformas a gran altitud como estaciones de base no impide el uso de estas bandas a ninguna estación de los servicios con atribuciones en las mismas ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. (CMR , 2012)</p>
5.388B	No aplica para Colombia
5.389A	<p>La utilización de las bandas 1 980-2 010 MHz y 2 170-2 200 MHz por el servicio móvil por satélite está sujeta a la coordinación con arreglo al número 9.11A y a las disposiciones de la Resolución 716 (Rev.CMR- 2000) (Rev. CMR-12).</p>
5.389C	<p>La utilización de las bandas 2010 - 2025 MHz y 2160 - 2170 MHz en la Región 2 por el servicio móvil por satélite está sujeta a la coordinación con arreglo al número 9.11A y a las disposiciones de la (CMR - Resolución 716, 2012) (CMR , 2000). (CMR, 2007).</p> <ul style="list-style-type: none"> Número 9.11A Antes de notificar a la Oficina o poner en servicio una asignación de frecuencia en cualquiera de los casos seguidamente enumerados, la administración interesada deberá efectuar, en su caso, la coordinación con las otras administraciones identificadas de acuerdo con el número 9.27: para una estación con respecto a la cual se estipula el requisito de efectuar coordinación en una nota del Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias que haga referencia a esta disposición, se aplican las disposiciones de los números 9.12 a 9.16.

¹² Ver Resolución 221 en el documento Resoluciones y Recomendaciones UIT RR2012 Vol. III, página 165.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota RR	Descripción
5.369F	No aplica para Colombia
5.389E	La utilización de las bandas 2010-2025 MHz y 2160-2170 MHz por el servicio móvil por satélite en la Región 2 no causará interferencia perjudicial o limitará el desarrollo de los servicios fijo y móvil de las Regiones 1 y 3.

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

4.1.2 Atribución nacional vigente

En la Tabla 12, se presenta la atribución de la banda AWS Extendida (AWS-1 más AWS-3) en Colombia comprendida entre los rango 1710-1780 MHz y 2110-2180 MHz, y la definición de algunos servicios radioeléctricos se encuentra en la Sección 10.2.1.

Tabla 12 CNABF referente a las bandas de frecuencia AWS Extendida

Región 2	Colombia	Notas
1710 – 1930 FIJO Móvil 5.384A 5.388A 5.388B 5.149 5.341 5.385 5.386 5.387 5.388	1710 – 1890 FIJO Móvil 5.384A 5.388A 5.388B 5.149 5.341 5.385 5.386 5.387 5.388	CLM 5 CLM 48
2110 – 2120 FIJO Móvil 5.388A 5.388B INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio lejano) (Tierra-espacio) 5.388	2110 – 2120 Móvil 5.388A 5.388B 5.388	CLM 5 CLM 48
2120 – 2160 FIJO Móvil 5.388A 5.388B Móvil por satélite (espacio-Tierra) 5.388	2120 – 2160 Móvil 5.388A 5.388B Móvil por satélite (espacio-Tierra) 5.388	CLM 5 CLM 48
2160 – 2170 FIJO Móvil Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.388 5.389C 5.389E	2160 – 2170 FIJO Móvil Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.388 5.389C 5.389E	CLM 5 CLM 62 CLM 98
2170 – 2200 FIJO Móvil Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A 5.388 5.389A 5.389F	2170 – 2180 FIJO Móvil Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A 5.388 5.389A 5.389F	CLM 5 CLM 62 CLM 98

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

En la Tabla 13 se presentan las notas nacionales CLM que son aplicables para la banda AWS Extendida.

Tabla 13 Notas nacionales aplicables a la banda AWS Extendida en Colombia

Nota nacional	Descripción
<p>CLM5 - MOD 2013</p>	<p>Se permite el uso libre de las bandas de frecuencias definidas en las resoluciones 1520 de 2002, 2190 de 2003, 689 de 2004, 1689 de 2007, 2544 de 2009 y 473 de 2010 expedidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por parte del público en general, siempre y cuando se respeten los rangos de frecuencias, las aplicaciones y las condiciones técnicas y operativas que las mismas resoluciones establecen. Se prohíbe la utilización de aparatos y dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance (RCA) en las bandas especificadas en el Artículo 6 de la Resolución 473 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (1) (2) (3) (4) (5) (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> (1). Resolución 473 de 23 de abril de 2010 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente por parte del público en general mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia. Derogó la Resolución 797 de 2001. (2). Resolución 1520 de 2002 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente para la operación de teléfonos inalámbricos que se conecten a la RTPC; siempre y cuando operen en recintos cerrados, sean de baja potencia y corto alcance. (3). Resolución 2190 de 2003 atribuyó frecuencias para ser utilizadas libremente en los radios portátiles de operación itinerante; siempre y cuando se respeten los límites de intensidad de campo del artículo 3º de la citada resolución. (4). Resolución 689 de 2004 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre en la prestación de servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local. Resolución 1689 de 2007 derogó el Artículo 9. (5). Resolución 2544 de 2009 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen spread spectrum, modulación digital, banda ancha y baja potencia. (6). Resolución 1689 de 2007, "Por la cual se modifica la Resolución 689 del 21 de abril de 2004" - derogó el Artículo 9 de la Resolución 689 de 2004.
<p>CLM48 – MOD 2013</p>	<p>Se atribuyen las bandas de frecuencias 698 – 806 MHz, 824 - 849 MHz, 869 – 894 MHz, 1710 – 1755 MHz, 1850 – 1910 MHz, 1930 – 1990 MHz, 2110 – 2155 MHz y 2500 – 2690 MHz, para ser utilizadas exclusivamente por el servicio móvil terrestre. (18) (20) (21) (22) (23) (24) (19).</p> <ul style="list-style-type: none"> (18). Resolución 2623 de 2009 atribuyó y reservó bandas de frecuencias de conformidad con la Resolución 224 (CMR-07) de la UIT para el servicio de Radiodifusión Televisión.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> (19). Resolución 668 de 2012 de la ANE¹³. Modificó la Resolución 37 de la ANE (20). Decretos 741 de 1993 y 2061 de 1993 reglamentaron la Ley 37 de 1993. (21). Resolución 332 de 26 de enero de 2007 atribuyó bandas de frecuencias para la operación de servicios móviles terrestres (22). Resolución 908 del 1 de julio de 2003 no se otorgarán nuevos permisos para el uso del espectro radioeléctrico en la banda de frecuencias atribuida para la introducción de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales, IMT – 2000. (23). Resolución 2579 de 21 de diciembre de 2004 reservó bandas de frecuencias para la operación de servicios móviles terrestres. (24). Resolución 1512 de 2001 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas durante la vigencia de las concesiones para la prestación de los Servicios de Comunicación Personal – PCS, de acuerdo con lo establecido en el artículo 11 de la Ley 555 de 2000.
<p>CLM62</p>	<p>Se adoptan los planes de distribución de canales radioeléctricos para la banda de frecuencias de 2 GHz de acuerdo con las Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Estos planes de distribución de canales se encuentran relacionados a partir de la Tabla¹⁴ 50 y hasta la Tabla 53, y en la Tabla¹⁵ 55</p>
<p>CLM98 – Nueva 2013</p>	<p>En todas las bandas de frecuencia por encima de 1 GHz que compartan atribución primaria entre servicios terrenales y espaciales se debe dar cumplimiento a lo descrito en el artículo 21 de Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT¹⁶.</p>

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

4.2 Análisis de ocupación y uso

No se encuentra ocupación en la base de datos de la ANE. La banda se encuentra sometida a un embargo de nuevas asignaciones desde el 2003 (MinComunicaciones - Resolución 908, 2003).

En junio del 2013, el MinTIC otorgó las licencias por diez años de la banda AWS a tres operadores: Avantel, Movistar y la alianza ETB-Tigo; para ser utilizada a nivel nacional. Por lo tanto, los 90 MHz de los rangos 1710-1755 MHz junto con 2110-2155 MHz no estarán disponibles para nuevas asignaciones de licencias. Mientras que la parte extendida

¹³ La resolución 668 de 2012 de la ANE no involucra a la banda AWS.

¹⁴ Ver esta Tabla en el (MinTIC - CNABF, 2010) Capítulo VII página 326 hasta 329, con el nombre Plan De Distribución de Canales Banda de 2 GHz (1700 – 2690 MHz).

¹⁵ Ver esta Tabla en el (MinTIC - CNABF, 2010) Capítulo VII página 331, con el nombre Plan de Distribución de Canales Banda de 2 GHz (2300 – 2400 MHz)

¹⁶ Ver Artículo 21 del (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012) página 257 bajo el nombre de ‘Servicios terrenales y espaciales que comparten banda de frecuencias por encima de 1 GHz’.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

comprendida entre 1755-1780 MHz pareada con 2155-2180 estaría disponible para futuras asignaciones a servicios IMT.

4.3 Análisis técnico de la banda

En esta Sección se presenta un análisis de las recomendaciones y prácticas internacionales vigentes con respecto al uso de los Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS) de la banda de frecuencia extendida 1710-1780 MHz y 2110-2180 MHz.

Adicionalmente, se presenta una breve descripción de las principales tecnologías de red desplegadas para móvil en esta banda a nivel mundial, así como el estado tecnológico de los dispositivos terminales de usuario presentes en el mercado y tendencias futuras.

4.3.1 Recomendaciones internacionales

La banda de frecuencias de "Servicios Inalámbricos Avanzados Extendidos (AWS Extend.)" se entiende como la Banda 10 en las especificaciones de (3GPP - TS 36.101, 2013). Es una banda operativa FDD en los rangos de frecuencia 1710 - 1770 MHz / 2110 - 2170 MHz con anchos de banda 2x60 MHz.

Esta banda coincide con la banda de frecuencias de "Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS)", que se identifica como Banda 4 en las especificaciones 3GPP y que utiliza el rango de frecuencias FDD 1710 - 1755 MHz / 2110 - 2155 MHz (2x45 MHz) dentro de los rangos de frecuencia AWS Extendida.

La banda 10 es utilizada en planes de uso para IMT sobre la Región 2 (Huawei - Whitepaper on Spectrum, 2013), a pesar de que el uso de las partes superiores de la banda AWS Extendida se encuentra todavía en una fase muy temprana.

Las notas internacionales 5.384A y 5.388 de la UIT-R incluyen los rangos espectrales de la banda AWS Extendida para su utilización por las administraciones que deseen implementar IMT. Sin embargo, la identificación de estas bandas no excluye que se utilicen para otras aplicaciones de los servicios a los que están atribuidas y no implica prioridad alguna en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

4.3.2 Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda

En Estados Unidos y Canadá a la Banda 4 E-UTRAN se le llama "AWS-1" y está siendo usada para redes 3G/UMTS y redes LTE en FDD, mientras que la parte "Extendida" del rango de frecuencias AWS está siendo asignada exclusivamente para uso federal (Estados Unidos) y gubernamental (Canadá). En Estados Unidos, el rango 2155-2175 MHz se extendió a 2155-2180 MHz.

Actualmente, los rangos de frecuencia superiores (1755-1770 MHz / 2155-2170 MHz) no están pareados para la operación FDD en estos países. Sin embargo, con el respaldo de *Industry Canada*, la industria móvil en Canadá y Estados Unidos han hecho propuestas de



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

parear las bandas de frecuencia de 2155-2180 MHz con 1755-1780 MHz (IC - Commercial Mobile Spectrum Outlook, 2013).

La ventaja del pareamiento de estas dos bandas de frecuencia es que podrían formar parte del ecosistema AWS, como una extensión de la banda original de AWS (AWS-1). Según IC, una atribución pareada sería algo muy valioso en la prestación de servicios de banda ancha móvil a los consumidores

Industry Canada anticipa que la banda de AWS-3 (1755-1780 MHz y 2155-2180) estará disponible, en Canadá, para la concesión de licencias en el 2015. En Estados Unidos, el Congreso ya ha ordenado a la FCC atribuir y licenciar la banda 2155-2180 MHz para finales del 2014 (GSMA - Situación de AWS en las Américas, Anexo III-, 2014).

Una solución basada en un sistema compartido entre el Gobierno y el sector comercial en Estados Unidos permitiría disponibilidad de equipos en esta banda, lo que sería beneficioso también para Canadá.

Por otra parte, la banda AWS-1 ha sido destinada por la mayor parte de los mercados de América Latina para servicios móviles. Sin embargo, solo alguno de ellos la han adjudicado parcial o totalmente: Brasil (modificada), Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, Paraguay, Perú, Puerto Rico y Uruguay Uruguay (4G Americas - Espectro en la región América Latina, 2013).

Una visión general del uso de la banda AWS Extendida, en el continente americano, se puede encontrar en las referencias presentadas en (Citel - CCP.II-RADIO/doc.3291, 2013). Se resalta que en Honduras los rangos 1710-1850 MHz junto con 2110-2200 MHz se encuentran libres y reservados para IMT, así mismo en Trinidad y Tobago los rangos 1710-1850 MHz y 2110-2180 se encuentran reservados para IMT. En cuanto a la banda 10, en México, Paraguay y Uruguay ha sido atribuida para servicios IMT por la respectiva Autoridad Nacional del Espectro (4G Americas - LTE Networks in Latin America, 2013).

En cuanto a las recientes adjudicaciones de licencias sobre la banda AWS-1 en las Américas se resaltan los siguientes casos:

- En el 2010, México a través de la Cofetel, por medio de subasta pública, otorgó licencias en el rango 1725-1755 MHz y 2125-2155 MHz a tres operadores de telefonía móvil. La banda AWS AB1 (1710-1725 MHz y 2110-2125 MHz) no fue otorgada al no existir participantes interesados en las mismas (Cofetel - Comunicado 52, 2010).
- En Perú el proceso de licitación de la banda AWS para el despliegue de LTE en el país concluyó en julio de 2013. Se subastaron dos bloques de 40 MHz cada uno, en el rango 1710-1750 MHz pareado con 2110-2150 MHz.
- En Colombia la (MinTIC - Resolución 449, 2013) determinó los lineamientos para el otorgamiento por subasta de la banda AWS-1 (E-UTRAN Banda 4). Como resultado se otorgó las licencias de 2X45 MHz de espectro pareado, repartido entre tres operadores de telefonía móvil.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 49 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- Por su parte, en septiembre de 2009, en Chile se realizó el concurso de asignación de la banda AWS-1 dividida en tres bloques de espectro. El proceso se dio con una participación de dos nuevos operadores de telefonía celular, a quienes les fueron otorgadas las licencias para asignar un total 2X45 MHz de espectro FDD.

4.3.3 Desarrollos tecnológicos

La banda AWS Extendida es y/o será, utilizada principalmente por tres tipos de tecnologías: 3G/CDMA 2000, 3G/UMTS y tecnologías avanzadas 4G LTE/LTE *Advanced*. Especialmente en los bloques de espectro en 1755-1770 MHz / 2155-2170 MHz se espera la mayor utilización de LTE / LTE *Advanced*.

Respecto a 3G/CDMA, esta se basa en los estándares del 3GPP2, y se prevé que permanezca en el mercado por mucho tiempo, especialmente en los mercados emergentes, sobre todo en las zonas rurales, que utilizan las bandas de más bajas frecuencias.

La tecnología CDMA 2000 se está desplegando en cierta medida en la banda de AWS-1, como en Estados Unidos y Canadá. No existen registros por parte de CDG sobre despliegues CDMA 2000 en el segmento extendido de la banda AWS Extendida.

En las tecnologías 4G, se anticipa una partición del mercado entre 4G LTE / LTE *Advanced* y 4G/WiMAX.

Desde el punto de vista de los operadores y fabricantes de equipos de red, la banda AWS Extendida es problemática, al menos por el momento para el bloque superior de frecuencia, debido a la incertidumbre en las economías de escala.

Los operadores nacionales a menudo desean continuar con sus proveedores de red existentes para conseguir ahorros de gastos de capital (Capex) y costos operativos (Opex), debido a la posibilidad de minimizar el volumen y la diversidad de los equipos necesarios para el funcionamiento de sus redes. Sin embargo, es probable que sus proveedores de equipo de red, debido a la incertidumbre en las economías de escala, no estén dispuestos a abrir una línea de productos en esa banda.

Lo mismo ocurre con el equipo de usuario, donde recientemente se han hecho anuncios de los fabricantes, de equipos con capacidades de multimodo y multibanda suficientes para soportar la tecnología LTE sobre bandas de frecuencia muy fragmentadas, la demora es causada por problemas en la organización de la itinerancia internacional (*international roaming*) en redes LTE en todo el mundo. Esto se aplica en gran medida a la banda AWS Extendida que es una de las últimas bandas de frecuencia introducidas por la tecnología LTE.

En cuanto a los proveedores de tecnología CDMA 2000 alrededor del mundo, especialmente los fabricantes chinos Huawei y ZTE, han tenido éxito en los mercados emergentes. Adicionalmente, de acuerdo con las estadísticas referidas por CDG, al menos



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 50 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Ericsson y LG han desplegado equipos con tecnología CDMA2000 en Estados Unidos y Corea del Sur para la banda AWS principalmente.

Los principales proveedores de la tecnología WiMAX son Alcatel-Lucent, Alvarion, Cisco, Huawei y ZTE (Heanet - WiMAX Future, 2010), pero al menos por el momento, la disponibilidad de productos WiMAX para la banda de AWS Extendida es muy poca.

Para la banda 10 de E-UTRAN, las especificaciones 3GPP vigentes, aún no autorizan algún tipo de agregación de portadora; sin embargo, a medida que la presión para el uso de esta banda aumenta, se puede esperar que sea habilitada en un futuro próximo con las actualizaciones de las especificaciones.

Como un ejemplo del uso de este servicio, se hace referencia a los planes de un operador de red "T-Mobile" en Estados Unidos (BGR - T-Mobile to debut LTE-Advanced 'features', 2013) para implementar agregación de portadoras entre su nueva red LTE que operan sobre la banda AWS-1 (banda 1710-1755 MHz / 2110-2155 MHz E-UTRAN banda 4), y su red de cobertura 3G/HSPA+, que usa la banda de frecuencia 700 MHz.

El problema con la banda de frecuencias AWS Extendida es la muy limitada disponibilidad de equipos de usuario que incluyan los bloques superiores de la banda 10 con la tecnología LTE.

Recientemente, se han emitido noticias sobre las líneas de producción de equipos de usuario multibanda capaces de operar en más de cuatro o cinco bandas de frecuencia con tecnología LTE.

En cuanto a la ruptura en las tecnologías, Qualcomm (Engadget - Qualcomm outs global LTE chip, 2013) anunció recientemente haber desarrollado una solución multibanda, multimodo para dispositivos móviles compatibles con los siete modos de celulares, incluyendo LTE-FDD, LTE-TDD, WCDMA, EV-DO, CDMA 1x, tecnologías GSM / EDGE y TD-SCDMA. La solución ayudará a sus clientes OEM para desarrollar nuevos productos LTE multibanda y multimodo de forma más rápida y eficiente para suministrar OEM de todo tipo desde los rangos de soluciones LTE que van de la región específica hasta aquellos que necesitan soporte de itinerancia LTE global.

Anuncios similares han sido emitidos por Intel (Xbit - Intel Introduces 4G/LTE Solution, 2013), Samsung, Nexus y Broadcom (Arstechnica - Qualcomm's global LTE chip, 2013). Este último anunció que su chip LTE con itinerancia mundial y agregación de portadoras saldrá al mercado en el 2014.

De cualquier manera, antes de tomar decisiones sobre la apertura de espectro en la banda AWS Extendida, se recomienda verificar a fondo con los fabricantes la disponibilidad y los respectivos tiempos de producción de los equipos (teléfonos, módems, tabletas, etc.), las tecnologías y bandas de frecuencia compatibles con el equipo de usuario. Los tiempos estimados de fabricación de equipos deben ser confirmados antes de que las autoridades del espectro tomen decisiones.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

4.4 Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia

4.4.1 Esquema técnico de canalización

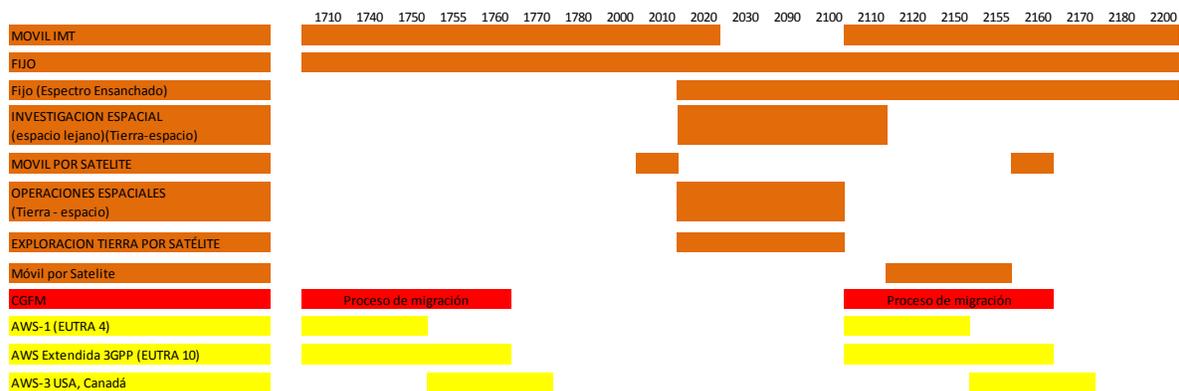
Se analiza el esquema técnico de canalización de la banda teniendo en cuenta la atribución vigente en Colombia y previendo el uso futuro para AWS Extendida. La elección de la canalización dependerá fundamentalmente de la tendencia de uso internacional y en Colombia.

Al respecto, hay tres sendas tecnológicas que probablemente estandaricen el desarrollo de redes en la banda de AWS Extendida: 3GPP, 3GPP2 y WiMAX, pero al día de hoy ninguna tiene despliegues.

Según el análisis, los despliegues en nuevas bandas para IMT como AWS Extendida serán muy probablemente dominados por tecnologías LTE o LTE-A. En este sentido, hay dos tipos de canalización para la banda AWS Extendida, propuestas por Estados Unidos y 3GPP.

En la Figura 10 se presentan las posibles canalizaciones comparándolas con la atribución de las bandas en Colombia. Se resalta en rojo las frecuencias operadas por el CGFM, que están siendo migradas actualmente a otras bandas conforme al Anexo 8 de la (MinTIC - Resolución 449, 2013).

Figura 10 Atribución y posible ocupación de la banda AWS Extendida en Colombia

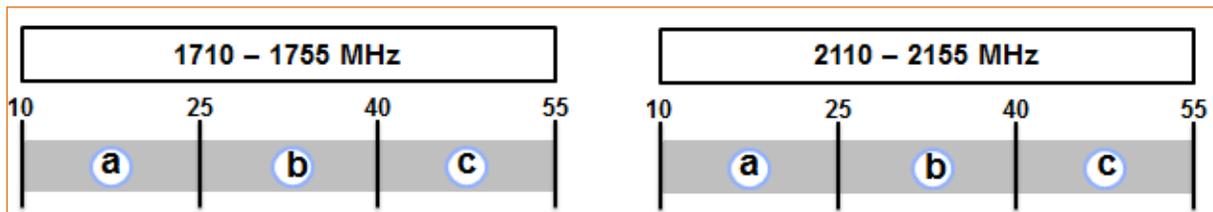


Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

- *Industry Canada* y la FCC (Estados Unidos) han propuesto un esquema pareado (FDD) en 1755 – 1780 MHz / 2155 – 2180 MHz, lo que daría un total de ancho de banda de 2 x 25 MHz y abre la posibilidad de subcanalizar con portadoras más anchas.
- En el 3GPP se propone un esquema pareado (FDD) en 1755–1770 MHz / 2155–2170 MHz. Esto daría un total de ancho de banda de 2 x 15 MHz.

- En Colombia, la canalización para AWS (Banda 4) es compatible tanto con la tendencia de Norteamérica como la propuesta de 3GPP, cuyo arreglo fue establecido mediante la (MinTIC - Resolución 449, 2013) y se muestra en la Figura 11. Luego de evaluar la situación, se estima que la canalización propuesta por *Industry Canada* y FCC es la adecuada para Colombia.

Figura 11 Esquema de canalización de la banda AWS en Colombia



Fuente: (MinTIC - Resolución 449, 2013)

4.4.2 Tiempo de implementación

Se considera muy probable la introducción de 50 MHz en la banda 1755-1780 MHz y 2155-2180 MHz por parte de *Industry Canada* en el 2015. Este podría ser el paso clave para lograr el desarrollo de un ecosistema de terminales adecuado en la banda, en la medida en que otros países de América Latina la adopten.

Se recomienda que la banda sea asignada en Colombia hacia el 2016 o 2017, condicionado a los desarrollos en Canadá y otros países de la Región 2, y a las actualizaciones de los cálculos de proyección de la demanda de espectro para servicios móviles.

Esta recomendación es susceptible de ser afinada, en cuanto se disponga de información completa de los usuarios de las otras bandas; dado que se debe tomar en cuenta la relación oferta-demanda de espectro que estas generarían y la disponibilidad de uso de las demás bandas bajo análisis.

4.4.3 Compatibilidad

Se presentan algunos puntos sobre la compatibilidad de posibles servicios IMT con otros servicios localizados en cocanal y canal adyacente. La Figura 12 muestra la situación de la banda y sus frecuencias adyacentes, en caso de optar por un esquema de canalización AWS-3.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

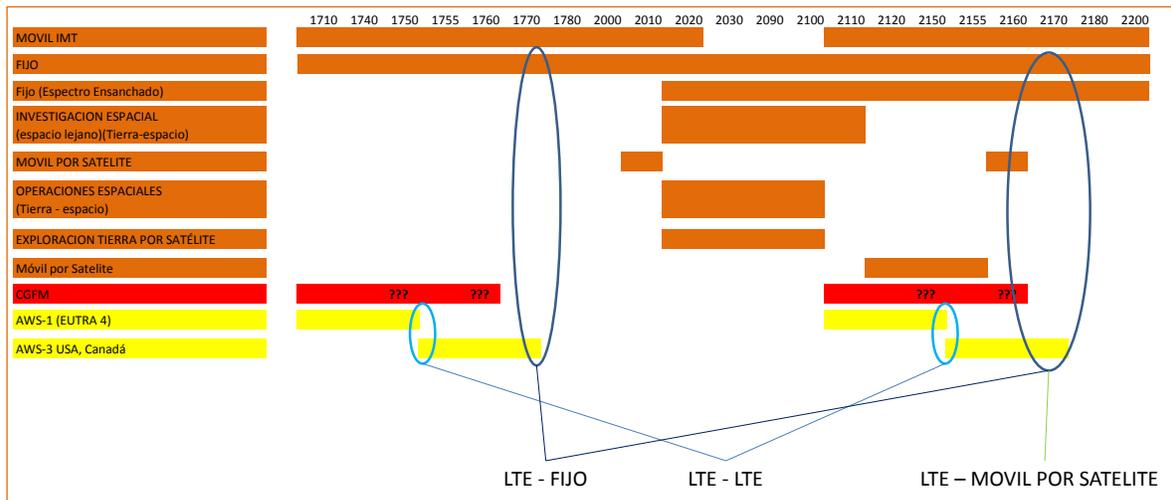
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 53 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 12 Análisis de compatibilidades en Colombia sobre la propuesta de plan de banda para AWS Extendida



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

Al revisar estos rangos en la base de datos (ANE - Base de Datos, 2013), no se registra ocupación. A continuación se presentan algunas conclusiones del análisis por segmentos de frecuencia.

Segmento de 1755 – 1780 MHz (Banda AWS-3):

- Es compartido a título primario solamente con el servicio FIJO. No se encuentra registro de ocupación vigente en la banda, por lo tanto no hay problema de compatibilidad.
- Respecto a la compatibilidad LTE – LTE, entre despliegues en LTE/AWS-1 y probables despliegues en LTE/AWS-3, es trivial y corresponde a los lineamientos de diseño propios de LTE.

Segmento 2155 – 2180 MHz:

- Los posibles problemas de compatibilidad con servicios satelitales y fijo con tecnología de espectro ensanchado son comunes con el segmento superior de la banda AWS (2110 – 2155 MHz), banda subastada en Colombia¹⁷. Al respecto se concluye que:
 - ✓ La única ocupación podría darse por organismos del sector Defensa del país, lo que implicaría la realización de planes de migración similares a los detallados en la (MinTIC - Resolución 449, 2013).

¹⁷ (MinTIC - Resolución 449, 2013), por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para otorgar permisos para el uso de hasta 225 MHz de espectro radioeléctrico en las bandas de 1.850 MHz a 1.990 MHz, 1.710 MHz a 1.755 MHz pareada con 2.110 MHz a 2.155 MHz y 2.500 MHz a 2.690 MHz para la operación y prestación del servicio móvil terrestre

- ✓ No hay registro de ocupación por parte de sistemas satelitales o fijos de espectro ensanchado. Este escenario se da también con el antecedente que la banda se embargó en el 2003.

4.5 Conclusiones y recomendaciones

4.5.1 Conclusiones

1. A nivel internacional, la banda AWS Extendida: 1755-1770 MHz y 2155-2170 MHz, fue identificada junto con otras bandas por la CMR-07 para la introducción de IMT.
 - a. En términos de atribución internacional en la Región 2, partes de la banda también pueden ser utilizadas a título primario para el servicio FIJO. Hay notas internacionales que permiten el servicio de operaciones espaciales (Tierra - espacio) y el servicio de investigación espacial (Tierra - espacio) en la parte baja de la banda, y en la parte alta de la banda para el servicio Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) pero sujeto a coordinación.
2. A nivel nacional, la atribución de la banda es a título primario para FIJO y Móvil en la parte baja y para FIJO, Móvil e INVESTIGACIÓN ESPACIAL en la parte alta.
 - a. La banda AWS de 1710-1755 MHz pareada con 2110-2155 MHz fue recientemente subastada y resultaron adjudicatarios de permisos para el uso de esta los operadores Movistar, Avantel y el consorcio Tigo-ETB.
 - b. La banda AWS Extendida forma parte de una reserva de bandas para la futura operación de servicios radioeléctricos móviles terrestres, la cual está, además, cobijada por un embargo de frecuencias que impide nuevas asignaciones en ella desde el 2003.
 - i. En consecuencia, la base de datos de la ANE no registra ninguna ocupación en la banda en general y en particular en: 1755 - 1770 MHz y 2155-2170 MHz.
3. La banda AWS Extendida ha sido concebida para su uso en la Región 2 y es denominada Banda 10 en la denominación 3GPP.
 - a. Sin embargo, el uso de la parte alta de la banda 1755-1770/1780 MHz y 2155-2170/2180 MHz se encuentra todavía en una etapa muy temprana.
 - i. Esto es causado, en buena medida porque las grandes economías de la Región 2 todavía no ha adoptado su uso. En efecto, en Estados Unidos y Canadá a la Banda 4 E-UTRAN (1710-1755 MHz pareada con 2110-2155 MHz) se le llama "AWS-1" y está siendo usada para 3G/UMTS y redes LTE en FDD, mientras que la parte "Extendida" del rango de frecuencias AWS está siendo asignada exclusivamente para uso federal (Estados Unidos) y gubernamental (Canadá).
 - ii. *Industry Canada* ha incluido en sus últimas versiones de "Perspectiva del Espectro Comercial", la posible atribución de la banda, extendiéndola 10 MHz



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

x2, es decir: 2155-2180 MHz y 1755-1780 MHz. Se prevé que las bandas estén disponibles para ser licenciadas en el 2015 en Canadá y probablemente para el 2018 en Estados Unidos.

4. El desarrollo tecnológico para servicios móviles en la banda AWS Extendida es y/o será, utilizada principalmente por tres tipos de tecnologías: 3G/CDMA2000, 3G/UMTS y tecnologías avanzadas 4G LTE/LTE *Advanced*. En los bloques de espectro en 1755-1770/1780 MHz y 2155-2170/2180 MHz, se espera probablemente la mayor utilización de LTE / LTE *Advanced*
 - a. Hay insuficiente información sobre el ecosistema de terminales para la parte extendida de AWS en los bloques de espectro en 1755-1770/1780 MHz y 2155-2170/2180 MHz, siendo este el punto más débil de una implementación en dicha banda, hasta que no se logre una adecuada economía de escala.
5. La banda 1755-1770/1780 MHz y 2155-2170/2180 MHz es de gran interés porque puede permitir el uso de hasta 2 x 25 MHz desplegables en áreas urbanas para alta capacidad.
6. Al no registrarse usuarios en la banda, no se prevén costos asociados al despeje de esta.

4.5.2 Recomendaciones

1. Seguir detalladamente los desarrollos que se puedan presentar sobre la banda 1755-1780 MHz y 2155-2180 MHz por parte de *Industry Canada* entre el 2014 y el 2015 y la FCC hacia el 2018.
 - a. Luego de que Estados Unidos o Canadá tomen una iniciativa para subastar la banda, se comenzarán a crear condiciones para el desarrollo de un ecosistema de terminales.
2. En función de tales desarrollos, se recomienda utilizar la canalización para AWS Extendida propuesta por *Industry Canada* y la FCC, y realizar la asignación de la banda 1755-1780 MHz y 2155-2180 MHz en Colombia hacia el 2016 o 2017.

4.6 Preguntas al sector

1. Si es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Qué servicios está operando y mediante qué tipo de licencia? Por favor proporcione detalles.
2. Si no es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Está interesado en que se subaste esta banda para servicios IMT? ¿En qué año?
 - b. ¿Es una buena opción la canalización 1755-1780 MHz y 2155-2180 MHz o es preferible una canalización 1755-1770 y 2155-2170 MHz?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 56 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3. Si es proveedor de equipos
 - a. ¿Tiene productos de equipamiento de red y/o terminales para esta banda?
¿Cuáles? Describa.
 - b. ¿Tiene planes de fabricación de equipamiento de red y/o terminales para esta banda? Cuando se liberan?
 - c. ¿Cuenta con productos para esta banda diferentes a los enunciados y que puedan hacer un uso más eficiente del espectro? Cúales? Describa.
¿Tiene dispositivos de corto alcance para esta banda? Describa.
4. En general:
 - a. ¿Tiene comentarios en relación con las conclusiones y recomendaciones de esta banda?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 57 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

5 Análisis de banda 2300-2400 MHz

5.1 Análisis normativo

5.1.1 Atribución internacional

En la Tabla 14 se presenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda de 2300-2400 MHz sugerido en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Tabla 14 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 2300-2400 MHz propuesto por la UIT

Región 1	Región 2	Región 3
2 300 – 2 450 FIJO Móvil 5.384A Aficionados Radiolocalización 5.150 5.282 5.395	2 300 – 2 450 FIJO Móvil 5.384A RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados 5.150 5.282 5.393 5.394 5.396	

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

A continuación se realiza una transcripción de las notas de la UIT referentes a la banda 2300-2400 MHz. En caso de no ser aplicables para Colombia, se hará mención al respecto.

Tabla 15 Notas internacionales referentes a la banda 2300-2400 MHz

Nota RR	Descripción
5.150	No aplica para el rango de frecuencias entre 2300 y 2400 MHz
5.282	No aplica para el rango de frecuencias entre 2300 y 2400 MHz
5.384A	Las bandas 1710-1885 MHz, 2300-2400 MHz y 2500-2690 MHz, o partes de esas bandas, se han identificado para su utilización por las administraciones que deseen introducir las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) de conformidad con la Resolución 223 (Rev.CMR-12) (Rev.CMR-07). Dicha identificación no excluye su uso por ninguna aplicación de los servicios a los cuales están atribuidas y no implica prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. (CMR-07)
5.393	No aplica para Colombia
5.394	No aplica para Colombia
5.396	Las estaciones espaciales del servicio de radiodifusión por satélite en la banda 2310-2360 MHz, explotadas de conformidad con el número 5.393, que puedan afectar a los servicios a los que esta banda está atribuida en otros países, se coordinarán y notificarán de conformidad con la Resolución 33. Las estaciones del servicio

Nota RR	Descripción
	complementario de radiodifusión terrenal estarán sujetas a coordinación bilateral con los países vecinos antes de su puesta en servicio

Fuente: (UIT - Reglamento Radiocomunicaciones, 2012)

5.1.2 Atribución nacional vigente

La atribución de la banda 2300-2400 MHz en Colombia se presenta en la Tabla 16, y la definición de algunos servicios radioeléctricos se encuentra en la Sección 10.2.1.

Tabla 16 CNABF referente a la banda de frecuencia 2300-2400 MHz

Región 2	Colombia	Notas
2 300 – 2 450 FIJO Móvil 5.384A RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados 5.150 5.282 5.393 5.394 5.396	2 300 – 2 400 FIJO Aficionados 5.384A 5.396	CLM 5 CLM 12 CLM 49 CLM 62

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

En la Tabla 17 se presentan las notas nacionales CLM que son aplicables para la banda 2300-2400 MHz.

Tabla 17 Notas nacionales aplicables a la banda 2300-2400 MHz

Nota nacional	Descripción
CLM5 – MOD 2013	<p>Se permite el uso libre de las bandas de frecuencias definidas en las resoluciones 1520 de 2002, 2190 de 2003, 689 de 2004, 1689 de 2007, 2544 de 2009 y 473 de 2010 expedidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por parte del público en general, siempre y cuando se respeten los rangos de frecuencias, las aplicaciones y las condiciones técnicas y operativas que las mismas resoluciones establecen. Se prohíbe la utilización de aparatos y dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance (RCA) en las bandas especificadas en el artículo 6 de la resolución 473 de 2010 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (1) (2) (3) (4) (5) (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> (1). Resolución 473 de 23 de abril del 2010 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente por parte del público en general mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia. Derogó la Resolución 797 de 2001. (2). Resolución 1520 del 2002 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente para la operación de teléfonos inalámbricos que se conecten a la RTPC; siempre y cuando operen en recintos cerrados, sean de baja potencia y corto alcance. (3). Resolución 2190 de 2003 atribuyó frecuencias para ser utilizadas



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 59 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción
	<p>libremente en los radios portátiles de operación itinerante; siempre y cuando se respeten los límites de intensidad de campo del artículo 3º de la citada resolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> (4). Resolución 689 de 2004 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre en la prestación de servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local. Resolución 1689 de 2007 derogó el Artículo 9. (5). Resolución 2544 de 2009 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen <i>spread spectrum</i>, modulación digital, banda ancha y baja potencia. <p>(6). Resolución 1689 de 2007, “Por la cual se modifica la Resolución 689 del 21 de abril del 2004” - derogó el Artículo 9 del la Resolución 689 de 2004.</p>
<p>CLM12- MOD 2013</p>	<p>Se adopta la atribución recomendada por UIT para la Región 2 y los planes de banda LF/MF/HF de la Unión Internacional de Radioaficionados Región II (IARU Región II). Este servicio cuenta con reglamentación especial expedida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (7).</p> <ul style="list-style-type: none"> (7). Decreto 2058 de 1995 reglamentó las bandas de frecuencias del servicio de aficionados. Decreto 2765 de 1997 modificó parcialmente el Decreto 2058 de 1995. Decreto 963 del 20 de marzo del 2009 reglamentó bandas de frecuencias del servicio de aficionados.
<p>CLM49- MOD 2013</p>	<p>Se reservan para utilizarse las bandas de frecuencias definidas en las Resoluciones 526 de 2002, 2585 de 2004, 1277 de 2005 y 1715 de 2007 para la operación de sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico, en las condiciones que las mismas resoluciones establecen, con excepción de lo dispuesto en los Artículos 1, 2 y 3 de la Resolución 357 de 2012 de la Agencia Nacional del Espectro. (25) (26) (27).</p> <ul style="list-style-type: none"> (25). Resolución 1715 del 2007 atribuyó al servicio fijo bandas de frecuencias para operación de sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico como elemento de la RTPBC y derogó la Resolución 1277 del 2005. Resolución 526 del 2002 distribuyó bandas de frecuencias atribuidas. (26). Resolución 2585 de 21 de diciembre del 2004 reservó bandas de frecuencias atribuidas a los sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico. (27). Resolución 357 del 2012, “Por la cual se cambia la atribución de los rangos de frecuencia 894–905 MHz y 942,5–950 MHz y se dictan otras disposiciones” – derogó los Artículos 1 y 4 de la Resolución 1715 del 2007 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
<p>CLM62</p>	<p>Se adoptan los planes de distribución de canales radioeléctricos para la banda de frecuencias de 2 GHz de acuerdo con las Recomendaciones de la Unión</p>



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 60 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción
	Internacional de Telecomunicaciones. Estos planes de distribución de canales se encuentran relacionados a partir de la Tabla ¹⁸ 50 y hasta la Tabla 53, y en la Tabla ¹⁹ 55

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

5.2 Análisis de ocupación y uso

Se recibió una base de datos (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013) por parte de la ANE y se asume que esta cumple con las características descritas en la Sección 10.2.2.

5.2.1 Análisis de ocupación

En la Tabla 18 y Tabla 19, se presenta en cifras la ocupación espectral del rango 2300-2400 MHz segmentado por zonas geográficas. Los datos en la Tabla 18 corresponde a las estaciones de cubrimiento punto a multipunto, mientras que la Tabla 19 hace referencia a los datos de radioenlaces punto a punto. Se puede observar allí la cantidad de:

- Asignaciones a equipos transmisores y densidad de asignaciones por unidad de MHz por área de superficie analizada [km²].
- Porcentaje de ocupación espectral sobre la banda analizada.
- Portadoras y densidad de ocupación, de acuerdo a la cantidad de frecuencias portadoras diferentes utilizadas en la banda, por área de superficie analizada.
- Superficie y densidad poblacional de la región analizada.

¹⁸ Ver esta Tabla en el CNABF 2010 Capítulo VII página 326 hasta 329, con nombre Plan de Distribución de Canales Banda de 2 GHz (1700 – 2690 MHz).

¹⁹ Ver esta Tabla en el CNABF 2010 Capítulo VII página 331, con nombre Plan de Distribución de Canales Banda de 2 GHz (2300 – 2400 MHz)



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 61 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Tabla 18 Estaciones de cubrimiento: ocupación de banda y asignación de frecuencias por región en el rango de 2300 a 2400 MHz

Departamento o Región	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad de portadoras	Porcentaje ocupación (100MHz = 100%)	Portadoras/MHz/km ²	Cantidad de asignaciones a equipos	Asignaciones/MHz/km ²
Colombia	1.141.748	41,3	36	90,0%	3,153E-07	109	9,54677E-07
Antioquia	63.612	99,0	4	17,6%	6,288E-07	6	9,43218E-07
Atlántico	3.388	709,3	7	62,0%	2,066E-05	12	3,54191E-05
Bolívar	25.978	78,9	2	8,0%	7,699E-07	5	1,92471E-06
Boyacá	23.189	54,9	3	12,0%	1,294E-06	8	3,44991E-06
Caldas	7.888	124,8	4	6,0%	5,071E-06	4	5,07099E-06
Caquetá	88.965	5,2	2	14,0%	2,248E-07	2	2,24808E-07
Casanare	44.640	7,7	1	4,0%	2,240E-07	2	4,48029E-07
Cauca	29.308	46,2	1	7,0%	3,412E-07	1	3,41204E-07
Cesar	22.905	53,9	1	11,2%	4,366E-07	1	4,36586E-07
Córdoba	25.020	66,3	2	14,0%	7,994E-07	2	7,99361E-07
Cundinamarca + Bogotá D.C.	24.220	424,1	10	46,0%	4,129E-06	29	1,19736E-05
Guajira	20.848	43,3	2	8,0%	9,593E-07	6	2,87797E-06
Huila	19.890	56,6	1	4,0%	5,028E-07	1	5,02765E-07
Nariño	33.268	51,2	2	56,0%	6,012E-07	2	6,01178E-07
Norte Stder	21.658	61,5	4	23,2%	1,847E-06	4	1,84689E-06
Putumayo	24.885	13,5	1	4,0%	4,018E-07	3	1,20555E-06
Santander	30.537	66,8	3	13,6%	9,824E-07	4	1,30989E-06

Departamento o Región	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad de portadoras	Porcentaje ocupación (100MHz = 100%)	Portadoras/M Hz/km ²	Cantidad de asignaciones a equipos	Asignaciones/ MHz/km ²
Tolima	23.562	10,9	4	16,0%	1,698E-06	4	1,69765E-06
Valle	22.140	204,2	10	80,0%	4,517E-06	13	5,87173E-06

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013)

Tabla 19 Radioenlaces: Ocupación de banda y asignación de frecuencias por región en el rango de 2300-2400 MHz

Departamento o Región	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad de portadoras	Porcentaje ocupación (100MHz = 100%)	Portadoras/M Hz/km ²	Cantidad de asignaciones a equipos	Asignaciones/ MHz/km ²
COLOMBIA	1.141.748	41,3	20	55,0%	1,752E-07	33	2,89031E-07
Antioquia	63.612	99,0	1	4,0%	1,572E-07	1	1,57203E-07
Bolívar	25.978	78,9	2	8,0%	7,699E-07	2	7,69882E-07
Boyacá	23.189	54,9	1	4,0%	4,312E-07	1	4,31239E-07
Caldas	7.888	124,8	11	16,5%	1,395E-05	13	1,64807E-05
Caquetá	88.965	5,2	2	8,0%	2,248E-07	2	2,24808E-07
Cauca	29.308	46,2	1	4,0%	3,412E-07	1	3,41204E-07
Cesar	22.905	53,9	1	4,0%	4,366E-07	1	4,36586E-07
Córdoba	25.020	66,3	1	4,0%	3,997E-07	1	3,9968E-07
Cundinamarca + Bogotá D.C.	24.220	424,1	1	4,0%	4,129E-07	1	4,12882E-07
Huila	19.890	56,6	1	4,0%	5,028E-07	1	5,02765E-07
Magdalena	23.188	53,3	1	4,0%	4,313E-07	1	4,31258E-07
Santander	30.537	66,8	3	12,0%	9,824E-07	4	1,30989E-06

Departamento o Región	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad de portadoras	Porcentaje ocupación (100MHz = 100%)	Portadoras/M Hz/km ²	Cantidad de asignaciones a equipos	Asignaciones/ MHz/km ²
Sucre	10.917	103,2	2	8,0%	1,832E-06	2	1,83201E-06
Tolima	23.562	10,9	1	4,0%	4,244E-07	1	4,24412E-07
Valle	22.140	204,2	1	4,0%	4,517E-07	1	4,51671E-07

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013)

5.2.2 Análisis de uso

La banda está siendo utilizada por sistemas de transmisión de micronondas punto a punto y punto a multipunto.

Los equipos más utilizados son de marca Alcatel, MAS Telecommunications y Harris, y la utilización actual de estos fue confirmada por EPSA, CHEC y CGFM. La información suministrada por estas empresas sobre los equipos utilizados se presenta en la Tabla 20.

Tabla 20 Descripción de equipos utilizados actualmente

Usuario	Marca	Modelo	Número de unidades instaladas	Tipo de referencia de equipo
EPSA	Harris	QUADRALINK	3	Radio Base
EPSA	Harris	QUADRALINK-16M	1	Radio Base
EPSA	Harris	QUADRALINK-8M	4	Radio Base
CHEC	Mas	DXR 200	12	Estación radio enlace
CGFM	Alcatel	9420 LX 16 E1	8	Enlace PDH
CGFM	Alcatel	XBS	22	Central que controla un sistema, provee la telefonía e interconecta con otros sistemas
CGFM	Alcatel	RSC	22	Estación de radio central
CGFM	Alcatel	RSN	27	Estación de radio nodal
CGFM	Alcatel	RST A	78	Estación de radio terminal hasta 8 abonados
CGFM	Alcatel	RST B	25	Estación de radio terminal, más de 8 abonados

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. de acuerdo con la información suministrada por los usuarios

5.2.3 Interés de los actuales operadores en la banda

Una empresa de servicios públicos manifestó que dado el caso y por razones de planificación del espectro sujetas a una restricción en la banda 2300-2400 MHz, aceptarían migrar a la banda de 7 u 8 GHz, en la medida que dicho cambio satisfaga las necesidad técnicas de la empresa.

Otra empresa de servicios públicos mostró interés en migrar a otra banda, ya que han realizado cambios de equipos de la banda de 2300-2400 MHz a la banda de 7 GHz.

Una entidad gubernamental manifestó que las comunicaciones punto a multipunto en la banda de 2300-2400 MHz han presentado varios casos de interferencia principalmente en



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

las ciudades, y por lo tanto están interesados en migrar a otra banda con el fin de evitar problemas de interferencia.

- **Posible uso de la banda para sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local**

La (MinTIC - Resolución 2544, 2009) incluyó la banda 2300-2400 MHz como parte de la atribución a título secundario, para su libre utilización, mediante sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha, baja potencia y corto alcance, en las condiciones establecidas por esta Resolución.

Sin embargo, no se identifica la atribución de esta banda para dichos usos en el Reglamento de Radiocomunicaciones (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Ahora bien, considerando lo dicho por la Resolución, se realizó una revisión de las decisiones de la Unión Europea al respecto y que aplican a los dispositivos de corto alcance, entre ellos los sistemas de transmisión de datos de banda ancha. Estas decisiones son: (Unión Europea - 2006/771/EC, 2006), (Unión Europea - 2008/432/EC, 2008), (Unión Europea - 2009/381/EC, 2009), (Unión Europea - 2010/368/EU, 2010) y (Unión Europea - 2011/829/EU, 2011), sin que se logre identificar tal uso para la banda.

Por otro lado, el informe (UIT - M.2024, 2000) presenta los resultados de una encuesta de utilización de espectro del año 2000 que incluye la banda para varios países y donde no se evidencia ningún uso similar al mencionado en la (MinTIC - Resolución 2544, 2009).

Una búsqueda de equipos disponibles en el mercado con las características mencionadas en la Resolución no dio resultados positivos, tampoco la búsqueda de algún tipo de recomendación de la IEEE que incluyera este rango de frecuencias.

Sin embargo, no es posible afirmar si existen o no este tipo de equipos en Colombia, al ser equipos de uso libre y no haber registro de los mismos.

5.2.4 Interés de eventuales operadores de IMT en la banda

No se conoce de interés específico de ningún operador en Colombia para la prestación de servicios IMT en la banda.

5.2.5 Inventario de licencias

A continuación se observa la distribución de los equipos por año de vencimiento de licencia para las estaciones de enlace punto a punto en la banda de 2300–2400 MHz.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

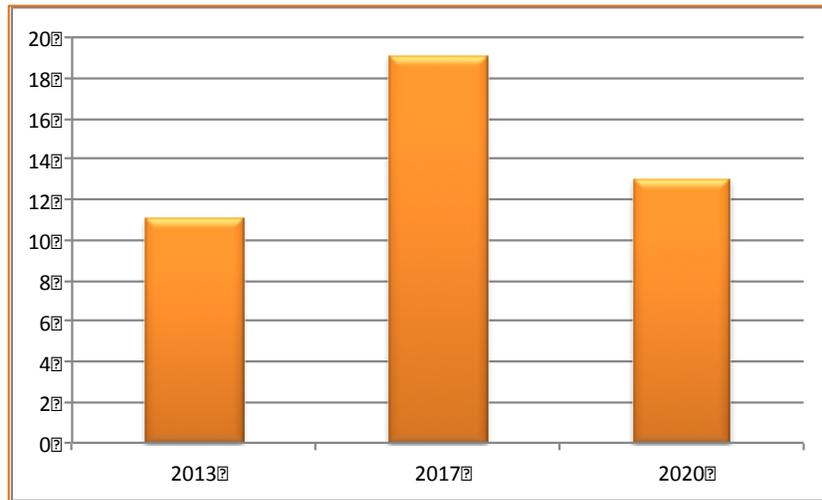
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 66 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

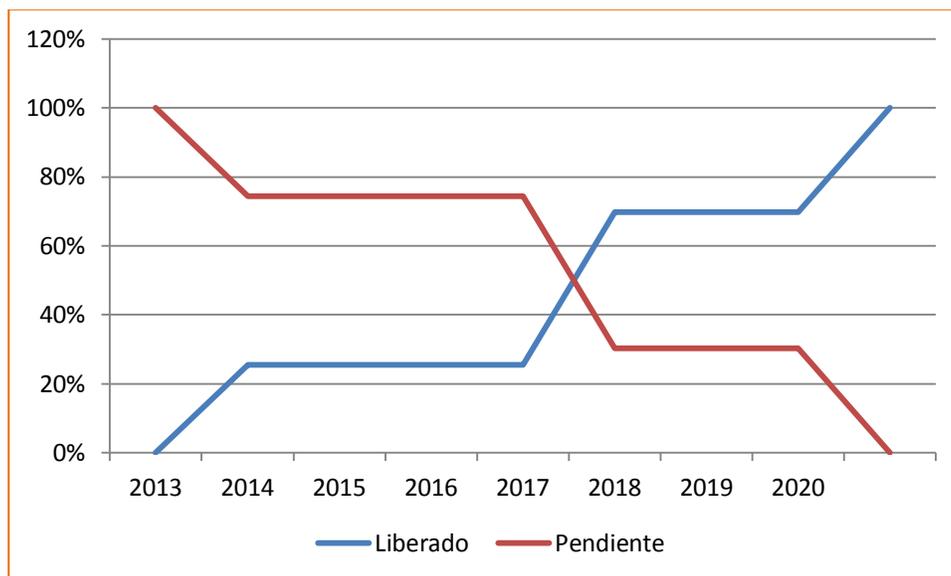
Fax: (57+1) 6000090

Figura 13 Vencimiento de licencias por año para los equipos en las estaciones de radioenlace en la banda de 2300– 2400 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013)

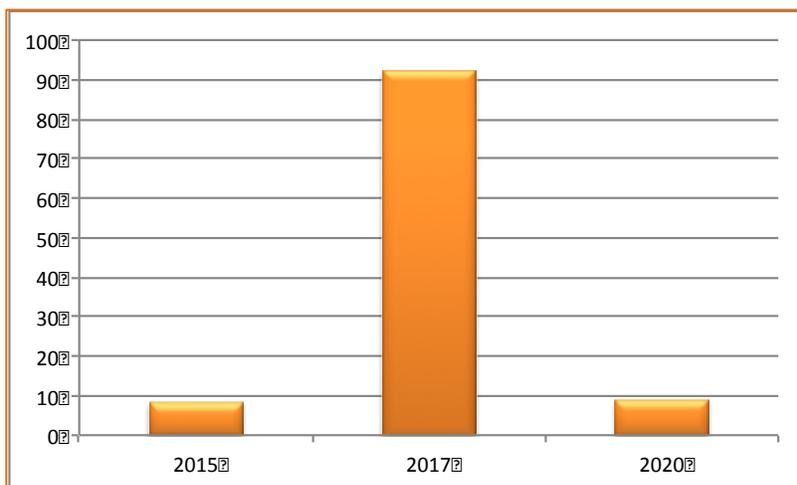
Figura 14 Distribución porcentual del vencimiento de la licencia para los equipos de las estaciones de radioenlace en la banda de 2300–2400 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013)

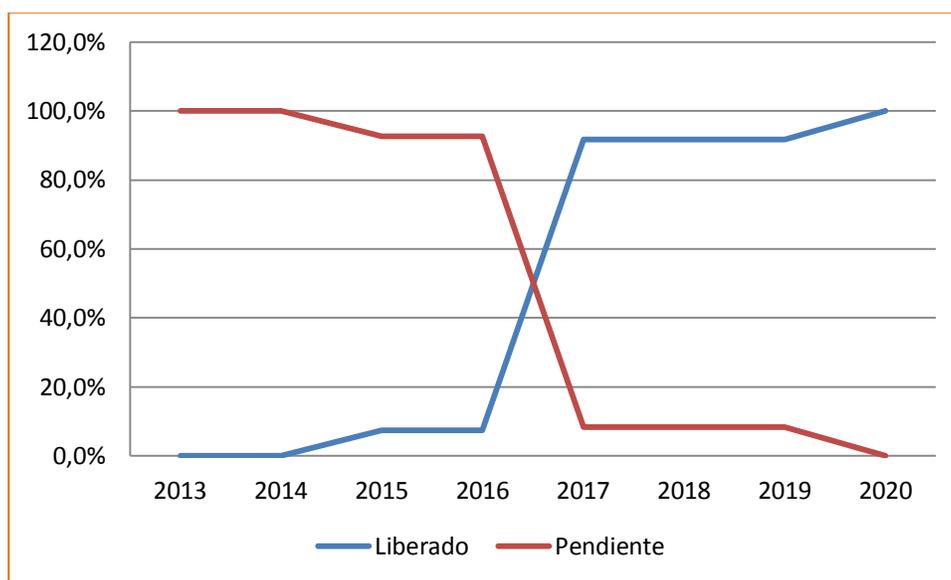
En la Figura 13 se muestra que aproximadamente el 69,8% de las licencias de las estaciones de radioenlace se vencen para el 2017, y que finalmente la totalidad de las licencias se vencerán en el 2020, siempre y cuando no se prorroguen las actuales licencias ni se otorguen nuevas.

Figura 15 Años de vencimiento de la licencia para los equipos en las estaciones base en la banda de 2300–2400 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013)

Figura 16 Distribución porcentual del vencimiento de la licencia para los equipos de las estaciones base en la banda de 2300–2400 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013)

En general se observa en la Figura 15 que los vencimientos de las licencias de operación para los equipos en las estaciones base en la banda de 2300–2400 MHz está distribuido de la siguiente forma:

1. En el 2015 ocho equipos que representan el 7,3% de la totalidad finalizarán su periodo de licenciamiento.
2. En el 2017 92 equipos que representan el 84,4% de la totalidad finalizarán su periodo de licenciamiento.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3. En el 2020 nueve equipos que representan el 8,3% de la totalidad finalizarán su periodo de licenciamiento.

También se observa que aproximadamente el 91,7% de las licencias de las estaciones base se vencen para el 2017, y que finalmente la totalidad de estas vencerán en el 2020, siempre y cuando no se prorroguen las actuales licencias ni se otorguen nuevas.

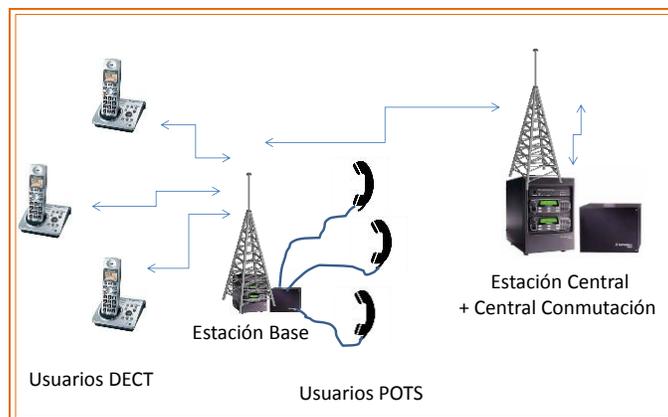
Tanto para los equipos de estaciones de radioenlace (ver Figura 14) como los de estaciones base (ver Figura 16) se presenta un punto de inflexión en el año 2017, se podría tomar como iniciar “año limite” para “liberar” la banda de 2300 -2400 MHz. Otra propuesta sería “liberar” la banda hasta el año 2020, cuando vencen el 100% del total de las licencias.

5.2.6 Inventario de equipos

- **Descripción técnica de los equipos**

El análisis realizado muestra que la mayoría de la ocupación se da en despliegues punto a punto y punto multipunto de la línea 9800 de Alcatel²⁰.

Figura 17 Sistema multiacceso



Fuente: Tachyon Ltda.

El funcionamiento del sistema multiacceso se basaba en tomar líneas POTS (*Plain Old Telephone Service*) de la central de conmutación, y llevarlas en forma inalámbrica mediante enlaces de microondas hasta una estación, donde a través de pares de cobre se llevaban hasta el usuario. Este último contaba con un terminal telefónico tradicional²¹. Así, mediante despliegues de radioenlaces y red externa se suplía la necesidad de ocho usuarios o más, localizados en un área reducida.

Una vez maduros, los sistemas de acceso fijo inalámbrico, superaron varias veces en capacidad de usuarios y en tiempos de despliegue a los sistemas multiacceso, ya que solo

²⁰ Sistema de acceso digital liberado en la década de 1990, que buscaba solucionar el acceso rural y semiurbano mediante la combinación de radios punto multipunto con el estándar DECT (para acceso al usuario).

²¹ En el país hubo amplios desarrollos (no todos en este banda) de sistemas multiaccesos en diversas marcas: NEC (DRMASS), Philips (IRT1500) y Alcatel (A9800)

requieren una estación base y terminales de usuario, lo que reduce los costos en la red de acceso. De esta manera, el tiempo ha favorecido los sistemas inalámbricos sobre los multiaccesos.

Respecto a los equipos MAS Telecommunications, se conoce que el usuario de estos en el 2010 abrió proceso licitatorio para reemplazarlos por nuevos equipos en las banda 7/8 GHz.

5.3 Análisis técnico de la banda

En esta Sección se presenta un análisis de las recomendaciones y prácticas internacionales vigentes con respecto al uso de la banda 2300-2400 MHz para servicios IMT en Colombia. La banda es definida como E-UTRA Banda 40 por el 3GPP (3GPP - TS 36.101, 2013).

También se presenta una breve descripción de las principales tecnologías de red desplegadas para móvil en esta banda a nivel mundial, así como el estado tecnológico de los dispositivos terminales de usuario presentes en el mercado y tendencias futuras.

5.3.1 Recomendaciones internacionales

En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones CMR-97, la banda 2300-2400 MHz fue identificada a nivel mundial para su utilización por las administraciones que deseen introducir las IMT de conformidad con la (UIT Resolución 223, 1999) y de acuerdo a la nota internacional 5.384A (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Según reporte publicado (Huawei - Whitepaper on Spectrum, 2013), la banda 40 ha sido asignada para IMT en configuración TDD solamente en la Región 3 de la UIT-R).

Se debe tener en cuenta también que la nota internacional 5.396 implica la compartición de 2310–2360 MHz con radiodifusión satelital. Para esto, el Artículo 9 del (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012) establece obligaciones y directrices para las administraciones en materia de información y coordinación con el UIT-R y con las administraciones vecinas antes de la puesta en uso de las atribuciones de frecuencias para los servicios móviles y servicios por satélite.

Las disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de IMT dentro de la banda de 2300–2400 MHz están incluidas en la (UIT - M.1036-4, 2012), cuya última versión corresponde a marzo del 2012. En la Sección 4 de dicho documento, se recomienda que la banda completa se utilice en la modalidad TDD de espectro no pareado como lo indica la Figura 18.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 70 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 18 Uso de la banda de 2300-2400 MHz en la modalidad TDD de espectro no apareado²²

MHz	2 300	2 325	2 350	2 375	2 400
E1	TDD				
	2 300		2 400		

M.1036-05

Fuente: (UIT - M.1036-4, 2012)

La banda de 2300 MHz fue identificada como una de las bandas del 3GPP para LTE y también para TD-SCDMA (esquema utilizado principalmente en China), a partir del *Release* 8.

La especificación de la interfaz de aire conocida como E-UTRA incluye la definición de las diferentes bandas de frecuencias y su correspondiente canalización (3GPP - TS 36.101, 2013). A partir de su versión 9.1.0 *Release* 9, se incluye la banda 40 especificando las canalizaciones de 5, 10, 15, o 20 MHz.

5.3.2 Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda

Más de 60 países han asignado esta banda a operadores móviles para la entrega de servicios de acceso de banda ancha inalámbrico o han anunciado la intención de hacerlo en los próximos años.

En la Figura 19 se presenta un mapa mundial en el que se ubican las regiones donde se planea (globos violetas) hacer uso de tecnología 4G en la banda de 2300 MHz y aquellas donde ya se encuentra en servicio (globos verdes) esta tecnología en dicha banda.

²² Las marcas de frecuencia cada 25 MHz en esta figura no tiene ningún significado adicional y representan solo una guía para la escala de la abscisa.

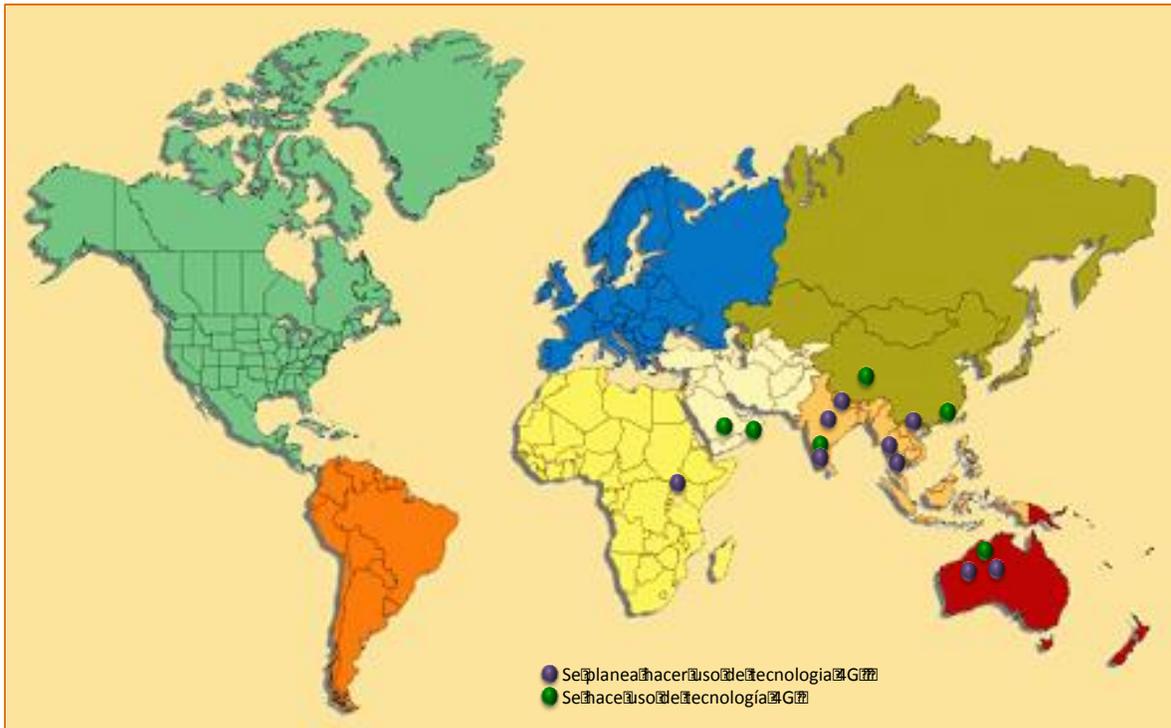


SC-CER285490



GP-CER285491

Figura 19 Mapa LTE – Redes 4G que hacen uso de la banda 2300-2400 MHz

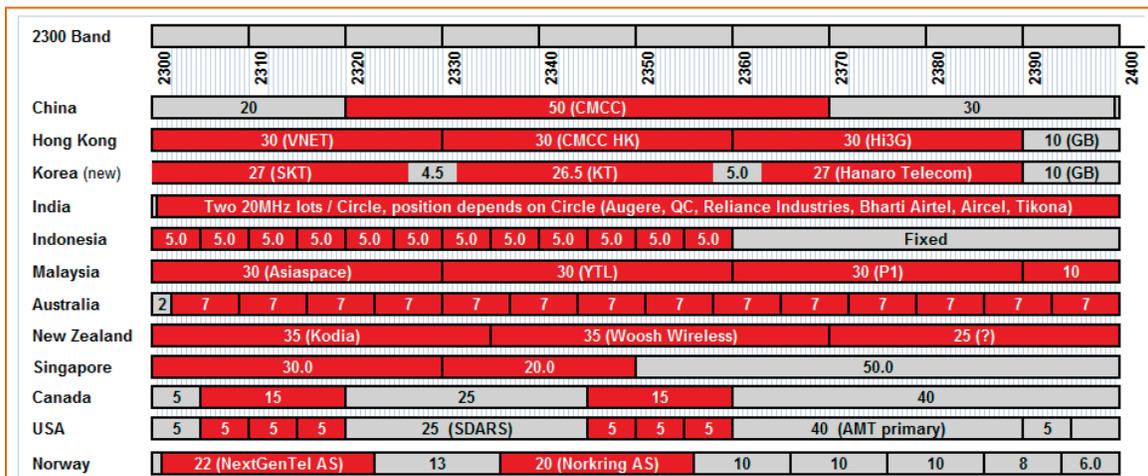


Fuente: Analisis de Tachyon Ltda. con base en (4G - LTE Map, 2013)

La mayoría de las asignaciones a cada operador por país se encuentran en el rango de 30 a 50 MHz, seguidos por rangos de menos de 30 MHz; sin embargo, en algunos pocos casos hay asignaciones superiores a los 50 MHz dentro de esta banda.

En la Figura 20 se muestra un cuadro que indica las asignaciones a cada operador dentro de esta banda para determinados países que se analizan con mayor detalle.

Figura 20 Asignaciones de los operadores a la banda de 2300-2400 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.



SC-CER285490



GP-CER285491

5.3.3 Desarrollos tecnológicos

La banda 2300 MHz puede utilizarse para proporcionar una alta capacidad implementada en redes celulares de pequeñas celdas (con capacidades de multibanda / agregación de portadora) por ejemplo, en las zonas urbanas densamente pobladas y en zonas activas de alto tráfico con áreas geográficas limitadas como aeropuertos, etc.

Las capacidades de agregación de multibanda y portadora son temas relativamente nuevos, y en parte es por ello que poco se ha utilizado en las tecnologías 3G CDMA y 3G WCDMA / UMTS y 4G LTE.

Para la tecnología 3G WiMAX, en cambio, esta banda se ha usado principalmente en los mercados emergentes ya que las versiones 3G de la tecnología WiMAX se ajustan mejor para las áreas donde no son necesarias celdas celulares de longitudes radiales muy pequeñas y donde los requisitos de tratamiento de tráfico no son demasiado altos.

Una ventaja significativa para WiMAX, específicamente en la banda de 2300 MHz, es el hecho de que se han desarrollado productos para esta tecnología tanto en la red como en los mercados de equipos de usuario (por ejemplo, las implementaciones en Asia y África).

En cuanto a la tecnología LTE, en la actualidad la mayor parte de los nuevos despliegues, excepto las ampliaciones y actualizaciones en 3G/UMTS, se realizan con tecnologías 4G LTE / LTE-Advanced.

En la Tabla 21 se presenta un resumen de algunos casos de uso de la banda 2300–2400 MHz a nivel mundial.

Tabla 21 Países y operadores con redes 4G operando en la banda 2300-2400 MHz

País	Operador	Redes
Australia	Optus con 98 MHz de licencia en la banda 40	TDD para banda ancha 4G en el 2013. Disponibles dispositivos de usuario de banda dual para TDD o FDD. Dongles fabricados por Huawei modelo Optus E3276 v2 4G de banda dual y el modem Wi-Fi E5776.
Nueva Zelanda	Woosh - Miembro de la <i>Global TD-LTE Initiative</i>	Se está considerando un <i>upgrade</i> de red para servicios móviles rurales en la banda de 2,3 GHz a LTE.
China	China Mobile con 50 MHz en la banda de 2300 MHz	Tecnología TD SCDMA
India	Seis operadores con 20 MHz de espectro (en banda 40) cada uno para 4G adjudicados en el año 2010, entre ellos está Bharti Airtel.	LTE TDD desde abril de 2012
Indonesia	PT Indosat Mega Media	Modo de operación TDD y estándar WiMAX 802.16d



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

País	Operador	Redes
	(IM2)	que permite comunicaciones fijas y nomádicas. Se están planeando servicios LTE TDD
Malasia	Packet One Networks P1	WiMAX, con <i>upgrade</i> en 2,3 GHz sobreponiéndoles LTE TDD.
Arabia Saudita	STC	Servicio LTE TDD en septiembre del 2011, constituyendo la red más grande de esta tecnología en el Medio Oriente.
Rusia	MegaFon, Rostelecom, OJSC Osnova Telecom, Vainakh Telecom	LTE TDD en la banda de 2300 MHz
Estados Unidos	AT&T y Sirius XM	No existen aún. Los operadores presentaron propuesta a la FCC que permitiría el despliegue de sistemas LTE en las bandas actualmente con servicios WCS y además proteger las operaciones de los servicios SDARS.
Centro América: Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Nicaragua)	IBW International	Migrar las redes WiMAX a tecnología LTE TDD en la banda de 2300 MHz.
Madagascar	Blueline	Proceso de instalación de una red comercial LTE TDD en la banda 2300 MHz
Sudáfrica	Telkom Mobile, dispone de 70 MHz en la banda de 2300 MHz	Servicio LTE TDD desde abril de 2013

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

- **Tendencias de las tecnologías de equipos de usuario en la banda de 2300 MHz**

Las tecnologías de red previstas hoy para ser utilizadas en la banda de 2300 MHz son las tecnologías 4G WiMAX y 4G LTE / LTE-Advanced, con una cerrada competencia por los nuevos mercados.

Para WiMAX, que viene operando esta banda con su tecnología 3G, existen varios fabricantes de equipos de usuario 3G como HTC, Huawei, Alvarion, Cisco, Motorola e Intel (Heanet - WiMAX Future, 2010). Es de esperar que estos proporcionarán productos que cumplan también con el estándar IEEE 802.16m, por lo menos aquellos que tienen mayor participación en el mercado.

Para LTE en la banda de 2300 MHz ha habido productos de Huawei (Stake Holders - LTE and HSPA device availability in UK-relevant frequency bands), Nokia Siemens Networks y ZTE al menos desde el 2011. Con respecto al equipo de usuario multibanda, la introducción de la tecnología LTE en forma muy fragmentada dentro de las mismas regiones de la UIT ha significado grandes problemas para los fabricantes de equipos de usuario.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

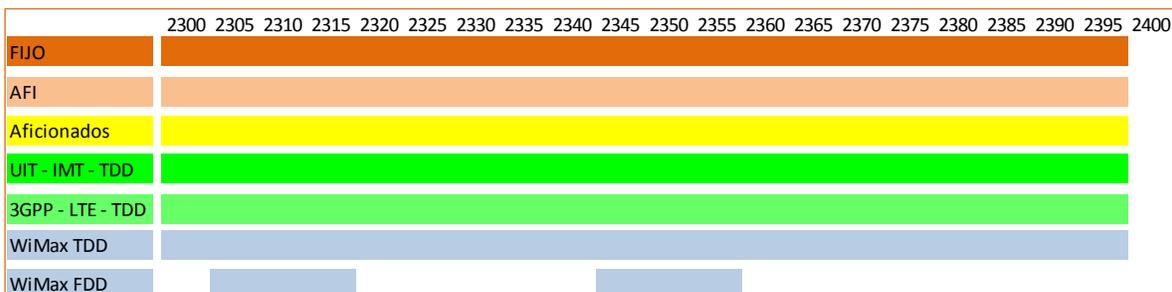
Fax: (57+1) 6000090

5.4 Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia

5.4.1 Esquema técnico de canalización

Teniendo en cuenta el siguiente análisis de atribución y posible ocupación en Colombia y considerando una eventual atribución de toda o parte de la banda de 2,3–2,4 GHz a servicios móviles, los análisis preliminares de esquemas técnicos de canalización son los siguientes.

Figura 21 Atribución y posible ocupación de la banda de 2300-2400 MHz en Colombia



Fuente: Tachyon Ltda.

A partir de la Figura 21 se hacen las siguientes observaciones:

- La totalidad de la banda está atribuida y canalizada para operación TDD tanto por UIT como por 3GPP y WiMAX (IEEE).
- En Colombia la banda está atribuida a título primario a servicio FIJO, entre los cuales hay adjudicación específica a Acceso Fijo Inalámbrico.
- En Colombia la banda está atribuida a título secundario al servicio de Aficionados.
- En la (ANE - BD 2300-2400 MHz, 2013), solo se evidencia la ocupación por parte de 109 equipos a lo largo y ancho del país, lo que genera un nivel de ocupación muy bajo.
- Hay nueve países con operaciones comerciales basados en WiMAX TDD/FDD y cinco en LTE TDD.
- Según (Telsystems - Fundamental of WiMax, 2010), el esquema WiMAX FDD solo ofrece 2x15 MHz, con posibilidad en anchos de banda de portadora de 3,5, 5 y 10 MHz.
- Según (Telsystems - Fundamental of WiMax, 2010), el esquema WiMAX TDD ofrece 100 MHz, con posibilidad en anchos de banda de portadora de 3,5, 5, 8,5 y 10 MHz.
- El tercer mayor operador móvil del mundo²³ ha escogido LTE/TDD en India.

²³ Barthi Airtel tiene 260 millones de suscriptores, de ellos, 180 millones en India.

De otra parte, la ETSI ha desarrollado actividades desde el 2010 para lograr un marco armonizado para la banda de 2300 MHz. Su Comité Técnico para materias de compatibilidad electromagnética y espectro radioeléctrico (ETSI TC ERM) emitió un documento técnico “*System Reference Document*” (SRdoc), titulado “*Broadband Wireless Systems in the 2300 MHz to 2400 MHz Range*”, en agosto del 2010. Este reporte se refiere a recomendaciones y guías en los siguientes temas:

- Disposiciones de las bandas y canalización
- Tamaños de los bloques por operador
- Medidas de gestión del espectro interservicios e interoperadores

Además, la CEPT en el 2010, realizó trabajos para resolver aspectos pendientes que conlleven a una armonización total en la banda de 2300 MHz para el mercado europeo. El SRdoc de agosto del 2010 de la ETSI, impulsó al ECC, a través de su grupo de trabajo WG SE Project Team SE7, a lograr mayor grado de compatibilidad de los servicios de banda ancha inalámbrica, incluyendo banda ancha móvil, con los servicios ya existentes en la banda de 2300 MHz y bandas adyacentes.

El informe 172 del ECC titulado “*Broadband Wireless Systems for 2300-2400 MHz*” se aprobó en marzo del 2012 cubriendo los siguientes aspectos:

- Compatibilidad dentro y fuera de banda entre los sistemas inalámbricos de banda ancha y los sistemas existentes
- Compatibilidad entre operadores adyacentes de los sistemas inalámbricos de banda ancha
- Medidas de coordinación entre fronteras

El Grupo de Trabajo de Gestión del Espectro (WG FM) de la ECC, es el responsable del desarrollo de estrategias, planes y sugerencias de implementación para la gestión del espectro radioeléctrico. Este Grupo de Trabajo ha compartido recientemente los resultados de un cuestionario realizado a las administraciones europeas para relevar la utilización actual y planes futuros en la banda de 2300 MHz.

A continuación se presenta un resumen de las principales respuestas:

- 1 **Utilización actual.** 27 países usan en la actualidad la totalidad o parte de la banda, para aplicaciones conocidas como PMSE, las respuestas también mencionan a cámaras inalámbricas, enlaces de video, etc. Al menos cinco países usan la banda para servicios aficionados, telemetría aeronáutica (ERC REC 62-02), uso gubernamental incluyendo aplicaciones militares, aplicaciones móviles (acceso inalámbrico, IMT), enlaces fijos.
- 2 **Planes futuros.** 17 países declararon sus planes para permitir el uso de parte o la totalidad de la banda para IMT, acceso inalámbrico de banda ancha, servicios inalámbrico de banda ancha, aplicaciones móviles, o para introducir el concepto de neutralidad tecnológica.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Otros 12 países declararon no tener planes de cambiar el uso actual de la banda (PMSE y otras aplicaciones). Un país declaró que otras aplicaciones como banda ancha móvil podrían ser posiblemente introducidas con base en una coordinación geográfica. Cinco países adicionales a los 17 ya mencionados, indicaron que podrían apoyar medidas de coordinación de la EC/ECC para esta banda. Dos países comentaron entre sus futuros planes para esa banda, sistemas MBANS .

De esta manera, no hay armonía en el uso actual, pero existe una tendencia en la utilización de la banda de 2300 MHz a 2400 MHz para servicios IMT con duplexación TDD. De otra parte, WiMAX tiene una canalización que no riñe con la dispuesta por 3GPP y es lógico suponer que en caso de desarrollarse una versión de dicho estándar para servicios 4G, deberá ser compatible también con este esquema de canalización.

Por lo tanto, se recomienda la adopción del esquema TDD de la banda 40 de 3GPP.

5.4.2 Tiempo de implementación

La recomendación consiste en permitir el uso de la banda para IMT a partir del 2018, esto en consideración a las proyecciones de la demanda de espectro móvil y el vencimiento de las licencias en la banda.

No obstante lo anterior, si la demanda por espectro móvil estuviera por encima de las predicciones efectuadas antes del 2018, podría acelerarse el uso de la banda para servicios IMT, considerando en todo caso el costo de reposición de los equipos de aquellos usuarios que tuvieran licencias vigentes.

5.4.3 Compatibilidad

En caso de seguir la atribución actual de servicios se tendrían los siguientes casos para analizar la compatibilidad de posibles servicios IMT con otros servicios localizados en cocanal y canal adyacente: LTE – WiMAX, y LTE/WiMAX – Aficionados

Dichos casos han sido analizados en el (CEPT - Report 172, 2012), donde se agrupan los servicios tipo LTE o WiMAX como Sistemas Inalámbricos de Banda Ancha y muestran las siguientes conclusiones:

- Para la compatibilidad dentro de la banda, se requerirán distancias de separación grandes para la operación cocanal entre los sistemas inalámbricos de banda ancha y los sistemas de telemetría y aviación no tripulada (UAV), y que tales distancias no son factibles donde los sistemas inalámbricos de banda ancha y esa aplicación están colocalizadas. La operación cocanal puede ser facilitada si se evita la operación simultánea de los sistemas inalámbricos de banda ancha y de telemetría / UAV. Caso que no es el colombiano.
- Para la compatibilidad de bandas adyacentes, establece que los servicios adyacentes pueden ser protegidos con técnicas apropiadas de mitigación, que pueden incluir separación de frecuencias, separación de distancia, filtrado adicional e ingeniería de sitios, para proteger a los servicios y sistemas existentes.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

5.5 Conclusiones y recomendaciones

5.5.1 Conclusiones

1. A nivel internacional, la banda de 2300-2400 MHz fue identificada por la CMR-07 para la introducción de IMT.
 - a. En términos de atribución internacional en la Región 2, la banda también puede ser utilizada a título primario para el servicio FIJO y RADIOLOCALIZACIÓN.
2. A nivel nacional, la atribución de la banda es a título primario para FIJO. La atribución nacional permite atribución secundaria para el servicio de Radioaficionados y para la operación de sistemas de espectro ensanchado. La (MinTIC - Resolución 2544, 2009) habilita específicamente la operación de sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia. La banda también permite aplicaciones de uso libre para: dispositivos de operación momentánea.
3. Se evidencian dos tipos de uso en la banda de 2300-2400 MHz. El primero, para enlaces punto a punto, y el otro para enlaces punto multipunto. La banda registra la siguiente ocupación:
 - a. Para enlaces punto a punto la banda tiene 49 registros de los cuales estarían vigentes las licencias de 43 equipos según la base de datos de la ANE.
 - i. Los departamentos que registran el mayor número de licencias de este tipo son: Caldas, Valle, Meta y Santander.
 - b. Para enlaces punto multipunto la banda tiene 242 registros de los cuales estarían vigentes las licencias de 133 equipos según la base de datos de la ANE.
 - i. Los departamentos que registran el mayor número de licencias de este tipo son: Cundinamarca, Valle, Atlántico y Boyacá.
 - c. Los principales usuarios son el Estado y empresas de servicios públicos. Hasta el 2013 tenían vigente la licencia para esta banda dos empresas de telecomunicaciones.
 - d. La mayor parte de los equipos son marca Alcatel (más del 69% de las estaciones punto a punto y del 79% de las estaciones base).
 - i. Existen cinco modelos de equipos para estaciones punto a punto y nueve modelos de equipos para estaciones punto multipunto.
 - e. El inventario de licencias muestra que para el 2017 habrán vencido el 84,4% de las licencias de los sistemas punto a punto y un 91,7% de las licencias punto-multipunto.
4. El desarrollo tecnológico para servicios móviles en la banda de 2300-2400 MHz se ha dado principalmente sobre redes WiMAX y 3GPP.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- a. Actualmente la banda tiene cerca de 27 despliegues comerciales, especialmente en Asia (incluyendo Medio Oriente), Oceanía y algunos países de África, incluyendo entre estos grandes economías como Australia, China, India y Malasia, por lo que tiene un sólido ecosistema tecnológico.
 - i. Algunos países europeos han anunciado también su intención de utilizar la banda.
- b. La banda de 2,3 GHz se ha desarrollado como una banda TDD, lo que puede representar ventajas en el manejo de tráfico asimétrico, como el acceso a Internet desde terminales móviles.
- c. En general hay una buena provisión de equipos terminales en la banda, identificándose más de 137 dispositivos.

5.5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda la atribución exclusiva de la banda a servicios móviles IMT y la adopción del esquema de canalización 3GPP Banda 40, por los siguientes motivos:
 - a. Clara tendencia vista en 17 países por el uso de la banda de 2300–2400 MHz para servicios IMT, incluidas grandes economías como India, Indonesia y Malasia .
 - b. Existencia de ecosistemas de equipos de usuario y de red, evidenciada por la operatividad de redes comerciales en cerca de 13 países.
 - c. El nivel actual de ocupación de la banda en Colombia es bajo y las licencias están próximas a vencer.
2. Se recomienda un embargo sobre la banda para evitar nuevas asignaciones o la renovación de las existentes.
3. Se recomienda realizar las asignaciones de frecuencias para IMT en esta banda a partir del 2018, fecha en la que los costos de migración de los sistemas existentes (si no hay nuevas asignaciones en la banda) son menores.

5.6 Preguntas al sector

1. Si es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Tiene en operación alguna clase de red inalámbrica de corto alcance en esta banda de frecuencias? Por favor describa en amplio detalle los equipos y redes implementadas.
 - b. ¿Qué otra banda de frecuencias, superior a 1 GHz y con atribución a FIJO podría servir para su operación?
 - c. ¿Ha presentado problemas de interferencia? Por favor describa.
2. Si no es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Está interesado en que se subaste esta banda? ¿En qué año?
3. Si es proveedor de equipos



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 79 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- a. ¿Tiene productos de equipamiento de red y/o terminales de redes locales, para esta banda? Cúales? Describa.
 - b. ¿Tiene productos de equipamiento de red y/o terminales IMT para esta banda? Cúales? Describa.
 - c. ¿Tiene dispositivos de corto alcance para esta banda? Describa.
4. En general:
- a. ¿Tiene comentarios en relación con las conclusiones y recomendaciones de esta banda?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 80 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

6 Análisis de banda 3400-3600 MHz

6.1 Análisis normativo

6.1.1 Atribución internacional

En la Tabla 22 se presenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda de 3400-3600 MHz (también conocida como E-UTRA Banda 42 por el 3GPP) sugerido en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Tabla 22 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 3400-3600 MHz propuesto por la UIT

Región 1	Región 2	Región 3
3400-3600 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil 5.430A Radiolocalización	3400-3500 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Aficionado Móvil 5.431A Radiolocalización 5.433 5.282	3400-3500 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Aficionado Móvil 5.432B Radiolocalización 5.433 5.282 5.432 5.432 ^a
5.431	3500-3600 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización 5.433	3500-3600 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico 5.433A Radiolocalización 5.433

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

A continuación se realiza una transcripción de las notas de la UIT referentes a la banda 3400-3600 MHz. En caso de no ser aplicables para Colombia, se hará mención al respecto.

Tabla 23 Notas internacionales referentes a la banda 3400-3600 MHz

Nota RR	Descripción
5.282	El servicio de aficionados por satélite podrá explotarse en las bandas 435 - 438 MHz, 1260 - 1270 MHz, 2400 - 2450 MHz, 3400 - 3410 MHz (en las Regiones 2 y 3 solamente), y 5 650 - 5 670 MHz, siempre que no cause interferencia perjudicial a otros servicios explotados de conformidad con el cuadro (véase el número 5.43). Las administraciones que autoricen tal utilización se asegurarán que toda interferencia perjudicial causada por emisiones de una estación del servicio de aficionados por satélite sea inmediatamente eliminada, en cumplimiento de lo dispuesto en el número 25.11. La utilización de las bandas 1260 - 1270 MHz y 5650 - 5670 MHz por el servicio de aficionados por satélite se limitará al sentido Tierra-espacio.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 81 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota RR	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> 5.43 Cuando en el presente Reglamento se indica que un servicio o estaciones de un servicio pueden funcionar en una banda de frecuencias a reserva de no causar interferencia perjudicial a otro servicio o estación del mismo servicio ello implica, además, que el servicio que está condicionado a no causar interferencia perjudicial no puede reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por este otro servicio u otras estaciones del mismo servicio. (CMR-2000) 25.11 Las administraciones que autoricen estaciones espaciales del servicio de aficionados por satélite tomarán las medidas del caso para que antes del lanzamiento estén instaladas estaciones terrenas de control en número suficiente para garantizar la supresión inmediata de toda interferencia perjudicial que causen las emisiones de una estación del servicio de aficionados por satélite (véase el número 22.1). (CMR-2003)
5.431A	No aplica para Colombia
5.432	No aplica para Colombia
5.433	No aplica para Colombia

Fuente: (UIT - Reglamento Radiocomunicaciones, 2012)

6.1.2 Atribución nacional vigente

La atribución de la banda 3400-3600 MHz en Colombia se presenta en la Tabla 24, y la definición de algunos servicios radioeléctricos se encuentra en la Sección 10.2.1.

Tabla 24 CNABF referente a la banda de frecuencia 3400-3600 MHz

Región 2	Colombia	Notas
3 400 – 3 500 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Aficionados Móvil 5.431A Radiolocalización 5.433 5.282	3 400 – 3 500 FIJO Aficionados 5.282	CLM 5 CLM 12 CLM 71
3 500 – 3 700 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización 5.433	3 500 – 3 700 FIJO	CLM 5 CLM 71 CLM 74

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

En la Tabla 25 se presentan las notas nacionales CLM que son aplicables para la banda 3400-3600 MHz.

Tabla 25 Notas nacionales aplicables a la banda 3400-3600 MHz

Nota nacional	Descripción
<p>CLM5 – MOD 2013</p>	<p>Se permite el uso libre de las bandas de frecuencias definidas en las resoluciones 1520 de 2002, 2190 de 2003, 689 de 2004, 1689 de 2007, 2544 de 2009 y 473 de 2010 expedidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por parte del público en general, siempre y cuando se respeten los rangos de frecuencias, las aplicaciones y las condiciones técnicas y operativas que las mismas resoluciones establecen. Se prohíbe la utilización de aparatos y dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance (RCA) en las bandas especificadas en el artículo 6 de la resolución 473 de 2010 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (1) (2) (3) (4) (5) (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> (1). Resolución 473 de 23 de abril del 2010 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente por parte del público en general mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia. Derogó la Resolución 797 de 2001. (2). Resolución 1520 del 2002 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente para la operación de teléfonos inalámbricos que se conecten a la RTPC; siempre y cuando operen en recintos cerrados, sean de baja potencia y corto alcance. (3). Resolución 2190 de 2003 atribuyó frecuencias para ser utilizadas libremente en los radios portátiles de operación itinerante; siempre y cuando se respeten los límites de intensidad de campo del artículo 3º de la citada resolución. (4). Resolución 689 de 2004 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre en la prestación de servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local. Resolución 1689 de 2007 derogó el Artículo 9. (5). Resolución 2544 de 2009 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen <i>spread spectrum</i>, modulación digital, banda ancha y baja potencia. (6). Resolución 1689 de 2007, “Por la cual se modifica la Resolución 689 del 21 de abril del 2004” - derogó el Artículo 9 de la Resolución 689 de 2004.
<p>CLM12 - MOD 2013</p>	<p>Se adopta la atribución recomendada por UIT para la Región 2 y los planes de banda LF/MF/HF de la Unión Internacional de Radioaficionados Región II (IARU Region II). Este servicio cuenta con reglamentación especial expedida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (7).</p> <ul style="list-style-type: none"> (7). Decreto 2058 de 1995 reglamentó las bandas de frecuencias del servicio de aficionados. Decreto 2765 de 1997 modificó parcialmente el Decreto 2058 de 1995. Decreto 963 del 20 de marzo del 2009 reglamentó bandas de frecuencias del servicio de aficionados.
<p>CLM71 – MOD 2013</p>	<p>Podrá utilizarse la banda 3400 – 3600 MHz para la operación de sistemas de Distribución Punto a Punto y Punto Multipunto para Acceso de Banda Ancha Inalámbrica, según lo dispuesto en las resoluciones 2064 y 2070 de 2005 y resolución 1449 de 2006. (31) (32) (33).</p>



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 83 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción																																																			
	<ul style="list-style-type: none"> (31). Resolución 2064 del 15 de septiembre del 2005 atribuyó al servicio fijo bandas de frecuencias para la operación de los sistemas de Distribución Punto a Punto y Punto Multipunto para Acceso de Banda Ancha Inalámbrica. (32). Resolución 2070 del 2005 adoptó medidas para establecer el correcto y racional uso del espectro radioeléctrico en bandas atribuidas por Resolución 2064 del 2005 y estableció tope máximo de espectro radioeléctrico asignado por operador en 42 MHz. (33). Resolución 1449 de 22 de junio del 2006 adoptó medidas para establecer el uso correcto, eficiente y racional del espectro radioeléctrico en bandas atribuidas por la Resolución 2064 de 2005 y derogó el Artículo 10 de la Resolución 2070 del 2005. 																																																			
<p>CLM74 – MOD 2013</p>	<p>Se adoptan los planes de distribución de canales radioeléctricos para el servicio fijo, de acuerdo con las Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en las siguientes bandas de frecuencias:</p> <table border="1" data-bbox="553 800 1341 1398"> <thead> <tr> <th>Banda (GHz)</th> <th>Plan de distribución de canales</th> <th>Recomendación UIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Tabla 57 Tabla 58</td> <td>REC.UIT-R F.382 REC.UIT-R F.635</td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td>Tablas 59 – 63</td> <td>REC.UIT-R F.1099</td> </tr> <tr> <td>L6</td> <td>Tabla 64</td> <td>REC.UIT-R F.383</td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td>Tabla 65</td> <td>REC.UIT-R F.384</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Tablas 66 – 68</td> <td>REC.UIT-R F.385</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Tablas 69 – 72</td> <td>REC.UIT-R F.386</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Tabla 73</td> <td>REC.UIT-R F.747</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Tablas 74 – 76</td> <td>REC.UIT-R F.387</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Tablas 77 – 79</td> <td>REC.UIT-R F.497</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Tabla 80</td> <td>REC.UIT-R F.636</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>Tablas 81 – 84</td> <td>REC.UIT-R F.595</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Tablas 85 – 86</td> <td>REC.UIT-R F.637</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Tablas 87 – 92</td> <td>REC.UIT-R F.748</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>Tablas 94 – 95</td> <td>REC.UIT-R F.749</td> </tr> <tr> <td>52</td> <td>Tablas 96 – 100</td> <td>REC.UIT-R F.1496</td> </tr> <tr> <td>57</td> <td>Tablas 101 - 112</td> <td>REC.UIT-R F.1497</td> </tr> </tbody> </table> <p>Las bandas de frecuencias de la tabla anterior se encuentran denominadas de acuerdo con la (UIT-R -F.746, 2012).</p>	Banda (GHz)	Plan de distribución de canales	Recomendación UIT	4	Tabla 57 Tabla 58	REC.UIT-R F.382 REC.UIT-R F.635	U4	Tablas 59 – 63	REC.UIT-R F.1099	L6	Tabla 64	REC.UIT-R F.383	U6	Tabla 65	REC.UIT-R F.384	7	Tablas 66 – 68	REC.UIT-R F.385	8	Tablas 69 – 72	REC.UIT-R F.386	10	Tabla 73	REC.UIT-R F.747	11	Tablas 74 – 76	REC.UIT-R F.387	13	Tablas 77 – 79	REC.UIT-R F.497	15	Tabla 80	REC.UIT-R F.636	18	Tablas 81 – 84	REC.UIT-R F.595	23	Tablas 85 – 86	REC.UIT-R F.637	27	Tablas 87 – 92	REC.UIT-R F.748	38	Tablas 94 – 95	REC.UIT-R F.749	52	Tablas 96 – 100	REC.UIT-R F.1496	57	Tablas 101 - 112	REC.UIT-R F.1497
Banda (GHz)	Plan de distribución de canales	Recomendación UIT																																																		
4	Tabla 57 Tabla 58	REC.UIT-R F.382 REC.UIT-R F.635																																																		
U4	Tablas 59 – 63	REC.UIT-R F.1099																																																		
L6	Tabla 64	REC.UIT-R F.383																																																		
U6	Tabla 65	REC.UIT-R F.384																																																		
7	Tablas 66 – 68	REC.UIT-R F.385																																																		
8	Tablas 69 – 72	REC.UIT-R F.386																																																		
10	Tabla 73	REC.UIT-R F.747																																																		
11	Tablas 74 – 76	REC.UIT-R F.387																																																		
13	Tablas 77 – 79	REC.UIT-R F.497																																																		
15	Tabla 80	REC.UIT-R F.636																																																		
18	Tablas 81 – 84	REC.UIT-R F.595																																																		
23	Tablas 85 – 86	REC.UIT-R F.637																																																		
27	Tablas 87 – 92	REC.UIT-R F.748																																																		
38	Tablas 94 – 95	REC.UIT-R F.749																																																		
52	Tablas 96 – 100	REC.UIT-R F.1496																																																		
57	Tablas 101 - 112	REC.UIT-R F.1497																																																		

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

6.2 Análisis de ocupación y uso

6.2.1 Análisis de ocupación

Se encontró ocupación de la banda por parte de UNE EPM, quien manifestó tener 724 repetidoras de la marca Siemens y 6666 terminales de usuario del mismo fabricante. Esas licencias vencen en el 2015 y cubren los bloques nacionales denominados A y A', correspondiente a rangos de frecuencias: 3400–3421 MHz y 3500–3521 MHz.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 84 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Con esta única licencia vigente reportada, se tendría un nivel de ocupación del 21% en todo el país, que se liberaría en su totalidad en noviembre del 2015.

6.2.2 Análisis de uso

Existe una licencia otorgada en esta banda para el despliegue de la tecnología WiMAX.

El 16 de julio del 2013, la ANE manifestó la posibilidad de trasladar los servicios de Acceso Fijo Inalámbrico AFI a 3,5 GHz (Originalmente en la banda de 905–915 MHz y 950–960 MHz), UNE EPM expresó que esta frecuencia alta podría presentar graves problemas de propagación en las regiones donde tiene desplegados sus servicios AFI sobre frecuencias bajas.

6.2.3 Interés de los actuales operadores en la banda

Por parte de UNE, en respuesta al cuestionario realizado, no hubo alguna manifestación de interés en la banda

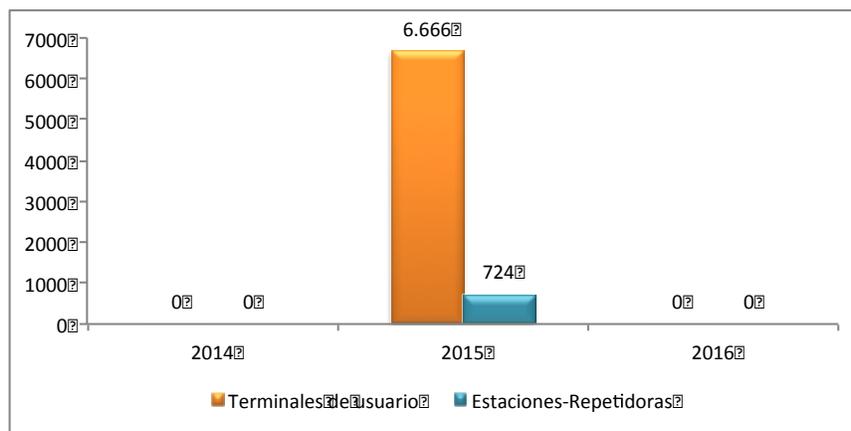
6.2.4 Interés de eventuales operadores de IMT en la banda

No se conoce de interés específico de ningún operador en Colombia para la prestación de servicios IMT en la banda.

6.2.5 Inventario de licencias

UNE EPM manifiesta contar con 724 repetidoras y 6666 terminales de usuarios, que están operando bajo licencia que vence en noviembre del 2015.

Figura 22 Año de vencimiento de licencias de equipos en la banda 3,5 GHz



Fuente: Análisis Tachyon a partir de información suministrada por UNE EPM.

6.2.6 Inventario de equipos

- Descripción técnica de los equipos

Los equipos de acuerdo con lo descrito en el marco normativo de la banda y luego de las respuestas del sector son, específicamente, sistemas de acceso fijo inalámbrico sobre

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 85 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090



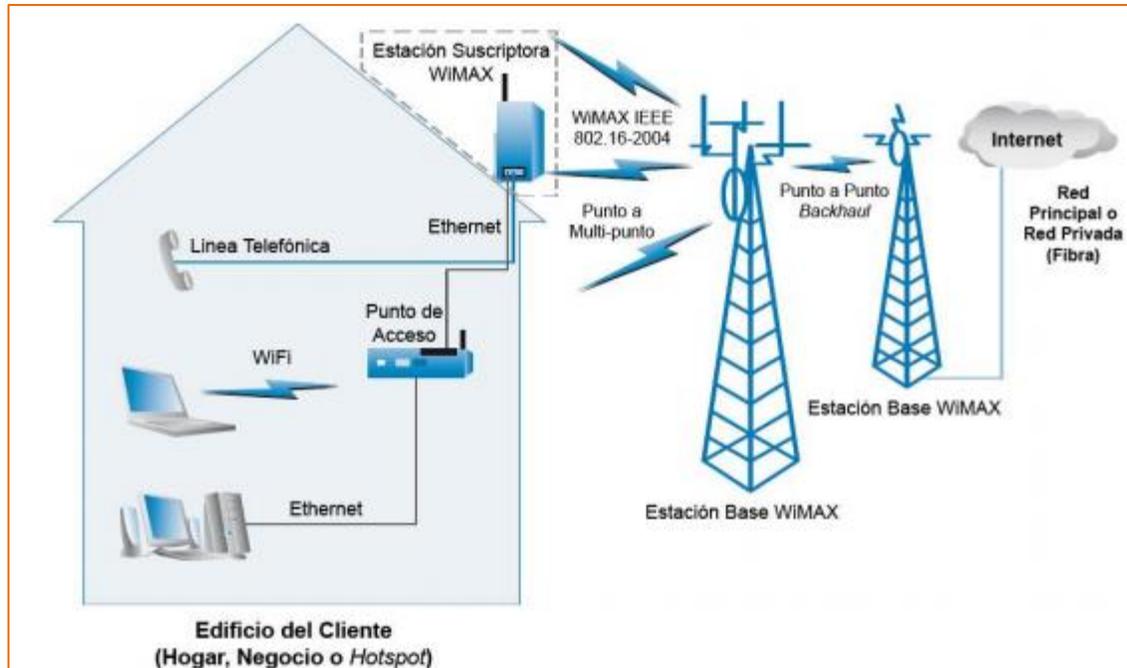
SC-CER285490



GP-CER285491

tecnología punto multipunto. Es claro, que los únicos sistemas existentes en esta banda son despliegues del estándar 802.16d, lanzado en el 2004 y conocido como WiMAX Fijo.

Figura 23 Predicción del despliegue global de las diferentes tecnologías celular en 2016²⁴



Fuente: (Unam, 2009)

WiMAX está diseñado para operar en bandas licenciadas y no licenciadas entre 2 y 11 GHz, no necesita de línea de vista, acepta múltiples canalizaciones (1,2, 1,75, 3, 5, 7, 10 y 15 MHz), esquema de multiplexación OFDMA, modulación hasta 64 QAM y dupleación TDD o FDD.

- **Terminales de usuario**

UNE EPM manifiesta que cuenta con dos modelos de terminales de usuario: SE 461 y SE 471 de marca Siemens. Estos son básicamente *routers* de alta velocidad con antena externa, que soportan video sobre demanda (VoD), voz sobre IP (VoIP) y video *streaming*, con las siguientes características:

- ✓ Frecuencia de operación: 3,4–3,6 GHz.
- ✓ Potencia de salida: 27 dBm.
- ✓ Ancho de banda: 3,5 / 7 MHz
- ✓ Antena interna: 9,5 dBi

- **Estación base / Repetidores**

La red de UNE EPM cuenta con estaciones base/repetidores Siemens WayMax 038 y 070, de las que se desconoce información técnica, quizás por el hecho que Siemens vendió sus

²⁴ (UIT - Technologies utilizing IMT-2012)



SC-CER285490



GP-CER285491

patentes y desarrollos de WiMAX a la firma NewNet Communications Technologies en el 2012.

6.3 Análisis técnico de la banda

En esta Sección se presenta un análisis de las recomendaciones y prácticas internacionales vigentes con respecto al uso de la banda 3400-3600 MHz para servicios IMT en Colombia.

También se presenta una breve descripción de las principales tecnologías de red desplegadas para móvil en esta banda a nivel mundial, así como el estado tecnológico de los dispositivos terminales de usuario presentes en el mercado y tendencias futuras.

6.3.1 Recomendaciones internacionales

Esta banda es definida como E-UTRA Banda 42 en las especificaciones del 3GPP (3GPP - TS 36.101, 2013) con modo de operación TDD a lo largo de los 200 MHz que la conforman.

La banda de 3500 MHz está siendo ampliamente utilizada para servicios fijos en todo el mundo, sobre todo para el acceso inalámbrico fijo de banda ancha y los servicios de acceso inalámbrico fijo. Muchos países han comenzado a revisar la forma de facilitar la introducción de los servicios móviles en esta banda de acuerdo con la recomendación de la UIT-R.

Hasta el momento, para los servicios IMT la banda de 3500 MHz se ha utilizado en la Región 1 según reporte público (Huawei - Whitepaper on Spectrum, 2013), en mayor medida solo con la tecnología WiMAX en Europa, África y Asia. Para tecnología LTE su utilización está en fases muy incipientes.

El lanzamiento de la primera operación comercial LTE/TDD en la banda de 3,5 GHz se dio en el Reino Unido, en septiembre del 2012, por parte de la empresa UK Broadband (UK Broadband - First commercial 4G TD LTE system, 2012). También, la firma VelaTel Global Communications (con presencia en Croacia, Serbia, Montenegro) manifiesta estar lista para lanzar su operación LTE/TDD en la banda de 3,5 GHz (VelaTel - VelaTel is Ready for 3.5GHz TD-LTE Networks, 2012).

En la directriz de la UIT-R para todos los países del mundo, la gama de 3400-3600 MHz está atribuida a los servicios móviles, ya sea a título primario o a título secundario. Esta atribución es compartida con los servicios FIJO y FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) a título primario en todas las Regiones y con Radiolocalización a título secundario en la Región 1 (ver nota internacional 5.433).

Con referencia a los servicios móviles y por satélite, el Artículo 9 del (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012) establece obligaciones y directrices para las administraciones en materia de información y coordinación con el UIT-R y con las administraciones vecinas antes de la puesta en uso de las atribuciones de frecuencias para los servicios por satélite y servicios móviles.

La nota internacional 5.430 en el Cuadro internacional de Atribución de Frecuencias de la UIT establece también requisitos técnicos de las administraciones para ser atendidos antes de poner en servicio una base o estación móvil del servicio móvil en la banda de



SC-CER285490



GP-CER285491

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 87 de 190
Teléfono: (57+1) 6000030
Fax: (57+1) 6000090

3500 MHz. Los requisitos establecidos para la fuente de densidad de flujo de potencia (*power flux-density dfp*) se describen en la nota internacional 5.430.

Además, la misma nota regula que las estaciones del servicio móvil en la banda 3400-3600 MHz no reclamarán mayor protección contra las estaciones espaciales más que la proporcionada en la Tabla 21-4 del Reglamento de Radiocomunicaciones (edición de 2004). Esta atribución es efectiva a partir de noviembre del 2010 (CMR, 2012).

El (UIT - Reporte M.2109, 2007), provee un resumen de los estudios realizados sobre la compartición de espectro entre los sistemas *IMT-Advanced* y las redes de satélite geostacionario en los servicios fijos por satélite (FSS) para las bandas de frecuencia de 3400-4200 y 4500-4800 MHz.

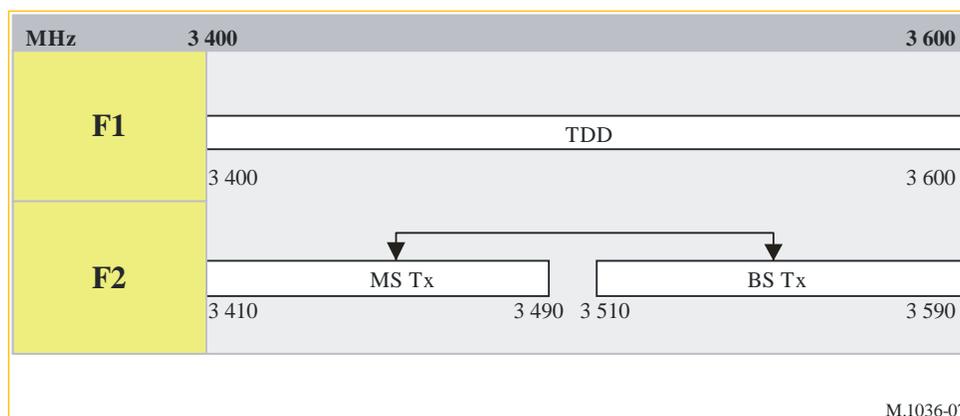
Los arreglos de frecuencias FDD y TDD dentro de la banda de frecuencia de 3500 MHz recomendada por UIT-R en (UIT - M.1036-4, 2012) se presentan en la Tabla 26 y Figura 24.

Tabla 26 Arreglos de frecuencias FDD y TDD dentro de la banda de frecuencia de 3500 MHz recomendada por UIT-R

Arreglos de frecuencias	Arreglos pareados				Arreglos no pareados (p.ej. para TDD) (MHz)
	Estación móvil transmisora (MHz)	Intervalo central (MHz)	Estación base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
F1					3 400-3 600
F2	3 410-3 490	20	3 510-3 590	100	Ninguno

Fuente: (UIT - M.1036-4, 2012)

Figura 24 Las opciones FDD y TDD para los arreglos de frecuencias de la banda de frecuencia 3500 MHz según la UIT-R



Fuente: (UIT - M.1036-4, 2012)

Al menos por el momento, la UIT no ha publicado alguna preferencia entre las dos opciones de arreglos de frecuencia (FDD o TDD) descritos anteriormente.

En la Tabla 27 se presentan algunos de los operadores en camino al despliegue de redes LTE en la Banda 42.



Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 88 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Tabla 27 Operadores en proceso de operaciones comerciales en LTE/Banda 42, 43

Operador	País	Fijo/ Móvil	Detalles
AFT-Linkem	Italia	n/d	Planeado, pruebas confirmadas en entrevista de noticias
AxTel	México	Móvil	Planes reportados
B-lite	Bélgica	n/d	Despliegue previsto
Bollere Telecom	Francia	Móvil	Planeado
Dedicado	Uruguay	n/d	Combinación redes WiMAX/LTE en el despliegue
Enforta**	Rusia	Fijo	Pruebas reportadas
Entel	Chile	Fijo (servicio a las empresas)	Ha sido probado
E-Plus*	Alemania	Móvil	Actualmente se adelanta una prueba
Imagine Group*	Irlanda	Fijo	Planeado; ha hecho implementaciones piloto
Menatelecom	Bahrein	Inalámbrico fijo incluida la movilidad	El despliegue comenzó (pero en disputa con el regulador sobre el derecho a entrar en una subasta por una licencia 4G)
Milmex	Polonia	n/d	Red desplegada con capacidad de doble modo de operación TDD WiMAX / LTE (Airspan)
Sazz	Azerbaiyán	Fijo y nómada	Planes de migración. En pruebas
Smoltelecom**	Rusia	n/d	Planeado o en despliegue
Softbank Mobile	Japón	Móvil	Teniendo en cuenta el uso de 3,5 GHz en su red AXGP, actualmente se realizan pruebas
TransTeleCom	Rusia	Fijo	Planes / Pruebas reportadas
UK Broadband*	Reino Unido	Fijo/Móvil	Lanzado en el 2012; servicio móvil demostrado
VelaTel	Croacia, Serbia, Montenegro	n/d	El despliegue comenzó el segundo trimestre de 2012 (ZTE)
Xplornet*	Canadá	Fijo	Se han realizado pruebas

*Confirmado directamente por los operadores **Confirmado por Global Mobile Suppliers Association (GSA)

Fuente: (GTI - Ecosystem LTE TDD 3.5 GHz, 2013)

6.3.2 Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda

Como los planes de banda que mezclan arreglos de frecuencia FDD y TDD en una o en ambas bandas deberían evitarse para prevenir escenarios complejos de interferencia y



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

uso ineficiente del espectro, las autoridades nacionales del espectro y fabricantes de equipos se encuentran en una posición difícil para decidir entre los dos arreglos de frecuencia, ya que es complicado prever qué arreglo ganará la competencia de las economías de escala para la fabricación del producto.

El Grupo de Especificación Técnica 3GPP para Redes de Acceso de Radio en la Banda 3500 MHz, en su reporte técnico (3GPP - TR 37.801, 2013) había tomado el arreglo de frecuencias pareadas 3410-3490 MHz con 3510-3590 MHz para el FDD y todo el rango de 3400-3600 MHz para el arreglo de frecuencias TDD como guía base antes que la (UIT - M.1036-4, 2012) fuera publicada.

En Europa, por decisión del Comité de Comunicaciones Electrónicas de la CEPT (CEPT ECC - Decision (11) 06, 2011), un rango de frecuencias de 3410-3490 MHz FDD (enlace ascendente) / 3510-3590 MHz (enlace descendente), y una disposición de frecuencias TDD de 3400-3600 MHz, se han establecido para los servicios de las redes de comunicaciones Móvil/Fijo (MFCN) en el rango de 3400-3600 MHz. Además el rango 3600-3800 MHz fue designado para el arreglo de frecuencias TDD.

Los nuevos sistemas que se introduzcan bajo esta decisión no deben causar ningún daño a los servicios BWA / FWA fijos existentes en estos rangos de frecuencia.

La decisión de ECC no reemplaza el sistema BWA / FWA fijo. En su lugar, se propone complementar este sistema para facilitar los servicios de datos de alta velocidad soportados por mayores anchos de banda de canal como una evolución del sistema existente.

Por el momento, varios países como, Alemania, Irlanda y Reino Unido apoyan solamente el arreglo TDD para la Banda 42 y 43 en Europa (TD Industry Alliance, 2013).

En Estados Unidos el actual Cuadro de Atribución de Frecuencias de la FCC (FCC - Table of Frequency, 2013) refiere el rango de frecuencias de 3400-3650 MHz para los servicios de radiolocalización, pero el Plan de Banda Ancha Nacional (FCC - National Broadband Plan, 2010) recomienda que la FCC asigne 300 MHz adicionales de espectro para la banda ancha móvil para el 2015 entre el rango de frecuencias de 2250-3700 MHz. La revisión en curso de este rango puede traer cambios en la gama de frecuencias 3400-3600 MHz. Los sistemas de radiolocalización de radar de alta potencia para uso federal en esta banda podrán, sin embargo, imponer limitaciones geográficas para la posible utilización de los sistemas móviles terrestres.

En el Cuadro de Atribución de Frecuencias de Canadá (IC - Table of Frequency Allocations 9 kHz to 275 GHz, 2011) no hay ninguna atribución para los servicios móviles en el rango de frecuencia de 3400-3600 MHz. En cambio, dentro de este rango hay subrangos con atribuciones para radiolocalización, fijo (principalmente BWA / FWA fijo), fijo por satélite y los servicios de radioaficionados. Para móviles hay atribución de servicios en rangos de frecuencia contiguos, 3650-3700 MHz a título primario.

Entre 2003 y 2009 en Canadá, la banda 3475-3650 MHz fue subastada en tres bloques pareados (25 MHz + 25 MHz) y un bloque integrado/no pareado (25 MHz) en una base de área de servicio Nivel 4. Un total de 677 licencias fueron otorgadas a 33 concesionarios.



SC-CER285490



GP-CER285491

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 90 de 190
Teléfono: (57+1) 6000030
Fax: (57+1) 6000090

Pocos sistemas se han desplegado en esta banda y los titulares de licencias que lo han implementado están utilizando principalmente equipos WiMax fijos.

De acuerdo con *Industry Canada*, (IC - Consultation SMSE-018-12, 2012), se está revisando la posibilidad de utilizar la banda de 3400-3600 MHz para los servicios móviles terrestres.

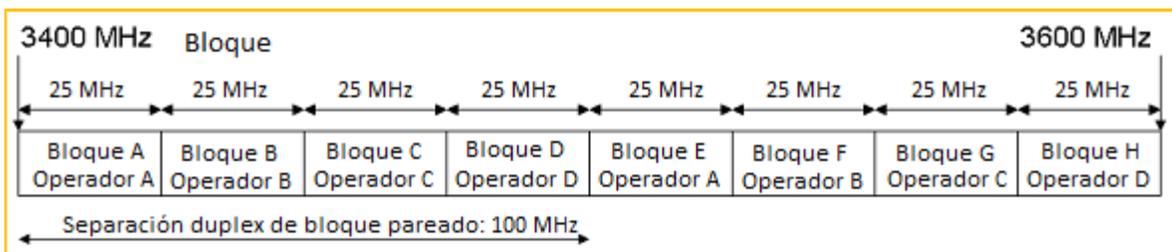
Teniendo en cuenta las medidas tomadas por los países en todo el mundo para identificar espectro adicional para móvil, *Industry Canada* ha identificado entre 300 y 415 MHz de espectro adicional a través de una serie de bandas, incluyendo 100 a 175 MHz en la banda 3500 MHz, las cuales podrían ser identificadas para servicios comerciales móviles para el 2017. En marzo del 2013, *Industry Canada* dio a conocer el documento la “Perspectiva de Espectro Móvil Comercial” (IC - Commercial Mobile Spectrum Outlook, 2013).

Una vez que un ecosistema de equipo internacional se haga evidente, se espera que entre 100 y 175 MHz de espectro puedan ser reutilizados para despliegues de banda ancha móvil sin afectar el espectro de la Banda C, que se utiliza para proporcionar servicios fijos por satélites o las aplicaciones de radar críticas cerca de 3400 MHz.

Varios países de América Latina han subastado espectro en la banda de frecuencias 3400-3600 MHz. En su mayoría se utiliza actualmente para los servicios BWA (3GPP - TR 37.801, 2013).

En México y Perú, el espectro en esta banda de frecuencias fue dividido en ocho bloques, cada uno de ellos de 25 MHz como se observa en la Figura 25. Los bloques fueron subastados de forma individual, pero adquiridos en pares por los operadores. El resultado fue cuatro bandas complementarias con espacio entre los rangos de frecuencia FDD baja y alta de 100 MHz. La operación en ambos modos, FDD y TDD, está permitida en cada una de estas bandas.

Figura 25 Distribución en México y Perú para la banda de 3500 MHz



Fuente: Cofetel y Osipitel

En Argentina, también los bloques del espectro fueron subastados de forma individual y adquiridos en pares por los operadores. Algunos de los bloques complementarios tienen 100 MHz de separación y otros 50 MHz. La operación en ambos modos, FDD y TDD, está permitida en cada una de estas bandas.

6.3.3 Desarrollos tecnológicos

La banda de 3500 MHz puede utilizarse para proporcionar una alta capacidad implementada en redes celulares de pequeñas celdas (con capacidades de multibanda /



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

agregación de portadora) por ejemplo, en las zonas urbanas densamente pobladas y en zonas activas de alto tráfico con áreas geográficas limitadas como aeropuertos, etc.

Las capacidades de agregación de multibanda y portadora son temas relativamente nuevos, y en parte es por ello que poco se ha utilizado en las tecnologías 3G CDMA y 3G WCDMA / UMTS y 4G LTE.

Para la tecnología 3G WiMAX, esta banda se ha usado principalmente en los mercados emergentes, ya que las versiones 3G de la tecnología WiMAX se ajustan mejor para las áreas donde no son necesarias celdas celulares de longitudes radiales muy pequeñas y donde los requisitos de tratamiento de tráfico no son demasiado altos. Por ejemplo las implementaciones de red y equipos de usuario existentes en África

Al igual que WiMAX, la tecnología LTE puede utilizar de manera eficiente los pequeños bloques de espectro que a menudo son el resultado de retirar, por ejemplo, gradualmente las viejas tecnologías móviles terrestres de las bandas de frecuencia recomendadas hoy para las tecnologías IMT. Esto significa un ahorro significativo en gastos de capital (Capex).

Aunque no existen diferencias significativas en las características de desempeño de un usuario entre las tecnologías 4G LTE y 4G *Mobile* WiMAX, las economías de escala de las redes 3GPP dadas por las redes 3G WCDMA / UMTS, han dado una ventaja muy grande para la tecnología LTE en la lucha por nuevos mercados.

Actualmente, 3GPP se encuentra en proceso de entrar en la banda de 3500 MHz, mientras que *WiMAX Forum* ya lo viene haciendo desde hace tiempo con los productos 3G, que con la compatibilidad del producto con versiones anteriores debe ser una ventaja para, al menos, mantener los mercados existentes en esta banda de frecuencias.

Sin embargo, por lo menos en Europa varios operadores de red en la banda 3500 MHz se encuentran hoy en un proceso de cambio de WiMAX a la tecnología LTE.

- **Tendencias de las tecnologías de equipos de usuario en la banda de 3500 MHz**

Las tecnologías de red previstas hoy para ser utilizadas en la banda de 3500 MHz son 4G WiMAX y 4G LTE / LTE-Advanced; sin embargo, LTE viene dominando en los nuevos mercados.

Para WiMAX, que viene operando en esta banda con su tecnología 3G, existen varios fabricantes de equipos de usuario 3G, como HTC, Huawei, Alvarion, Cisco, Motorola e Intel (Heanet - WiMAX Future, 2010). Es de esperar que estos proporcionarán productos que cumplan también con el estándar IEEE 802.16m, por lo menos aquellos que tienen mayor participación de mercado.

Para LTE en la banda de 3500 MHz ha habido productos de Huawei (OfCom - LTE and HSPA, 2012), al menos desde septiembre del 2012, que admite disposición de frecuencias FDD y TDD en Europa. Con respecto al equipo de usuario multibanda, la introducción de la tecnología LTE en forma muy fragmentada dentro de las mismas regiones de la UIT, ha significado grandes problemas para los fabricantes de equipos de usuario.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 92 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

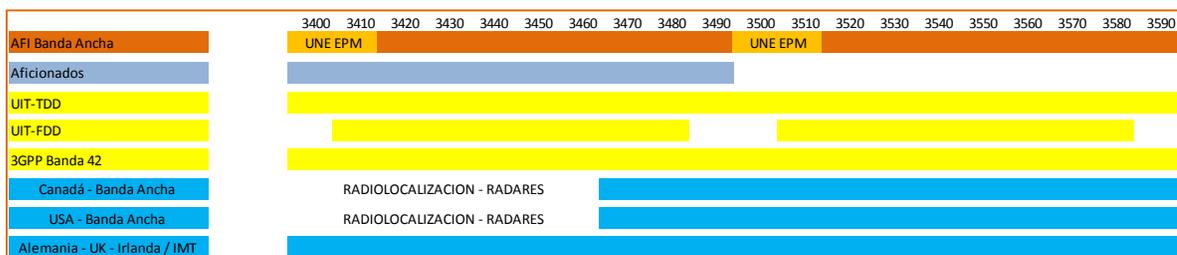
A medida que la banda de frecuencia de 3500 MHz se adapte perfectamente a las celdas pequeñas y zonas de alto tráfico, se puede anticipar que esta será una de las bandas que soporte nuevos teléfonos multimodo y multibanda para ser introducidos en los mercados durante sus primeras fases.

6.4 Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia

6.4.1 Esquema técnico de canalización

Teniendo en cuenta el siguiente análisis de atribución y posible ocupación en Colombia y considerando una eventual atribución de toda o parte de la banda de 3,4–3,6 GHz a servicios móviles, los análisis preliminares de esquemas técnicos de canalización son los siguientes.

Figura 26 Atribución y posible ocupación de la banda de 3400 - 3600 MHz en Colombia y su comparación con UIT, 3GPP, USA, Canadá, Alemania, Reino Unido e Irlanda



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

A partir de la Figura 26 se hacen las siguientes observaciones:

Colombia

- La totalidad de la banda está atribuida y canalizada para operación FDD de acceso fijo de banda ancha inalámbrico.
- Solamente hay un despliegue de acceso fijo inalámbrico, sobre estándar 802.16d y está localizado en los segmentos 3400–3421 MHz / 3500–3521 MHz.
- Tanto la FAC como la Armada Nacional manifiestan no tener despliegues de RADIOLOCALIZACIÓN en 3400–3600 MHz. Se considera una premisa sobre la que se fundamenta la recomendación de canalización.
- Hay cuatro bloques atribuidos para acceso fijo inalámbrico, y los mismos fueron embargados desde el 2004 (no hay nuevos permisos).

Organismos internacionales

- UIT-FDD, propone 3410–3490 MHz pareado con 3510–3590 MHz, configuración 2x80 MHz, con una distancia de separación de frecuencias de 20 MHz.
- UIT-TDD, propone 3400–3600 MHz.



Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 93 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- 3GPP, propone únicamente esquema TDD en el rango total 3400–3600 MHz.

Otros países

- Alemania, Irlanda y Reino Unido, apoyan la canalización 3GPP (Banda 42) en esquema TDD.
- Desde septiembre del 2012 hay operación comercial de LTE en la banda de 3,5 GHz en el Reino Unido; es decir que, ya existen equipos de red y terminales.
- Canadá y Estados Unidos, tiene servicios de radiolocalización (Radares) en 3400–3475 MHz y servicios de banda ancha en 3475–3600 MHz. De esta manera, no hay armonía en el uso actual. Sin embargo, existe la tendencia liderada por tres de las más grandes economías europeas de favorecer el despliegue de LTE con duplexación TDD.
- De otra parte, la banda está canalizada para el estándar 802.16d, y es lógico suponer que en caso de desarrollarse una versión de dicho estándar para servicios 4G, deberá ser compatible también con este esquema de canalización.

En este sentido, el esquema de canalización 3GPP en la Banda 42 no genera incompatibilidad con las asignaciones actuales a AFI y presumiblemente tampoco con futuros desarrollos sobre WiMAX, en el caso que se mantenga esta atribución. Por otro lado, si se mantiene la atribución primaria a FIJO y Móvil, se deberían realizar estudios de compatibilidad detallados para definir las condiciones que permitan la coexistencia entre IMT y FIJO para uso de AFI..

Considerando lo anterior, se recomienda la adopción del esquema TDD de la Banda 42 de 3GPP.

6.4.2 Tiempo de implementación

Se considera factible la posibilidad de atribuir y reservar en todo el territorio nacional, a partir del 2016, a título primario compartido, la banda de 3400 a 3600 MHz para el servicio Móvil y FIJO. En consecuencia, se recomienda embargar la banda de manera que los permisos o renovaciones de esta, incluyendo sistemas de distribución punto a punto y punto multipunto para acceso de banda ancha inalámbrica, se otorgarán con un plazo máximo de vigencia hasta el 31 de diciembre de 2015.

6.4.3 Compatibilidad

La Figura 27 muestra la situación de la banda y sus frecuencias adyacentes.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

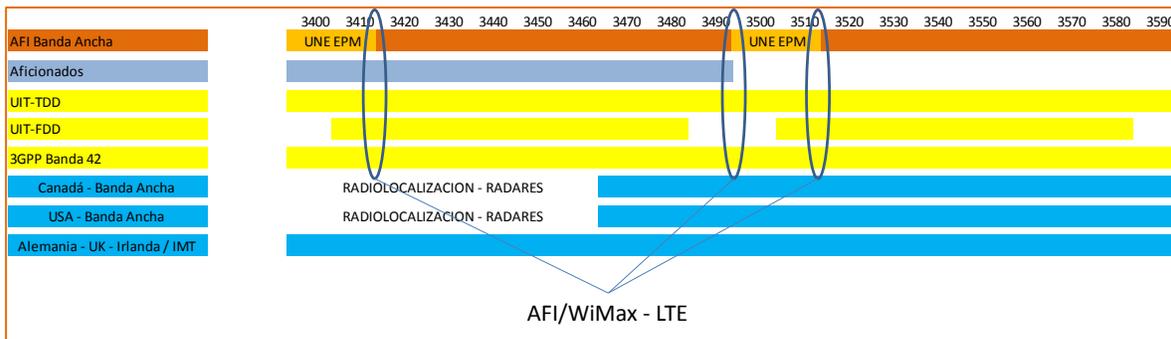
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 94 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 27 Servicios cocanal y adyacente a la canalización propuesta para IMT en la banda de 3500 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

A continuación se supone que se da la permanencia de la actual asignación a AFI, con lo que se darían las siguientes relaciones de compatibilidad: WiMAX–LTE, LTE–LTE y WiMAX–WiMAX.

De las cuales LTE–LTE y WiMAX–WiMAX son triviales y consecuencia de lineamientos de diseño y despliegue de los estándares.

- **WiMAX-LTE**

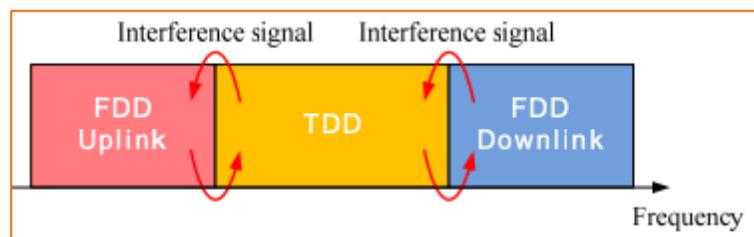
Este esquema básicamente implicaría la coexistencia en canal adyacente de sistemas de banda ancha con sistemas IMT. Teniendo en cuenta los parámetros básicos para AFI Banda Ancha (WiMAX) e IMT-A (LTE) presentados en (Shamsan, Z. et al - "Coexistence and Sharing between IMT-Advanced and Existing Fixed Systems", 2008), se realizaron simulaciones con SEAMCAT y se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ La interferencia es mayor hacia el sistema inalámbrico fijo, debido a su máscara espectral y la potencia típica del sistema IMT.
- ✓ Teniendo en cuenta que el peor caso se da cuando el sistema AFI es interferido por IMT, sin técnicas de mitigación de interferencia, arroja una distancia de coordinación de 4 km entre estaciones base.

- **Consideración especial**

En caso de seguir con la atribución AFI en duplexación FDD, la interferencia probablemente aumentaría respecto a una atribución TDD ya que se presentaría la siguiente situación en cada uno de los enlaces:

Figura 28 Situación de interferencia AFI en duplexación FDD



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 95 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Fuente: Tachyon Ltda.

Situación reflejada en el (WiMax Forum - Coexistence with LTE Network , 2011).

- **Compatibilidad con servicios FIJOS por satélite**

Aunque es claro que en el (ANE - CNABF, 2013) no hay atribución en este segmento a FIJO POR SATÉLITE, se realiza un descriptivo de estudios realizados en esta banda acerca de la compatibilidad.

Teniendo en cuenta el (UIT - Reporte M.2109, 2007) y con base en parámetros típicos de estaciones IMT y del servicio FIJO por satélite, en varias situaciones y ambientes típicos se concluye que:

- Para proporcionar protección a las estaciones terrenas receptoras, se requiere una distancia de separación con respecto a las estaciones de la red terrestre móvil.
- La magnitud de esta distancia de separación depende de los parámetros de las redes y el despliegue de los dos servicios.
- Las magnitudes de estas distancias de separación, bajo los supuestos mencionados van de decenas a cientos de kilómetros para operaciones cocanal.
- Las magnitudes de estas distancias de separación, bajo los supuestos mencionados son del orden de decenas a cientos de kilómetros para operaciones en canal adyacente (sin banda de guarda) y disminuyen conforme al incremento en la banda de guarda.

6.5 Conclusiones y recomendaciones

6.5.1 Conclusiones

1. A nivel internacional, la banda de 3400-3600 MHz fue identificada por el (CMR, 2007) para la introducción de IMT.
 - a. En términos de atribución internacional en la Región 2, únicamente la banda de 3500-3600 MHz está atribuida a título primario a Móvil. Toda la banda de 3400-3600 MHz está atribuida a título primario a FIJO. Además, hay una atribución a FIJO POR SATÉLITE en 3500-3600 MHz. Una nota internacional atribuye al servicio de RADIOLOCALIZACIÓN a título primario en toda la banda para la Región 2.
 - a) Sin embargo, hay una nota internacional que indica que en numerosos países de América Latina (incluyendo Argentina, Brasil, México y Venezuela), la banda está atribuida al servicio Móvil en 3400-3500 MHz, a reserva de obtener acuerdo con otras administraciones.
2. A nivel nacional, la atribución de la banda es a título primario para FIJO y a título secundario para Aficionados en la banda de 3400-3500 MHz. La atribución nacional permite aplicaciones de uso libre en la banda para: dispositivos de operación momentánea. Colombia no adopta en el CNABF vigente la nota internacional que permite el uso primario para RADIOLOCALIZACIÓN ni incluye el servicio FIJO POR SATÉLITE en las atribuciones de la banda.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 96 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- a. La atribución de la banda a FIJO permite mediante una nota nacional la operación de sistemas de distribución punto a punto y punto multipunto para acceso de banda ancha inalámbrica.
3. En relación a la ocupación de la banda de 3400-3600 MHz se encuentra lo siguiente:
 - a) La base de datos presenta diez registros con término vencido, y la consulta a los operadores arroja estaciones base y terminales no registrados en la base de datos.
 - b) La canalización de la banda fue pensada originalmente para el establecimiento de operadores que desplegaran servicios WiMAX fijo, mediante licencias nacionales y departamentales.
 - c) Sin embargo, UNE EPM manifiesta la ocupación de 21x2 MHz en esta banda, en los bloques denominados A y A'.
 - d) La Armada Nacional confirma que por su parte no existe uso de radares en esta banda.
4. El desarrollo tecnológico y las implantaciones para servicios móviles en la banda de 3400-3600 MHz se han dado principalmente sobre redes 3G WiMAX. Sin embargo, una serie de operadores y varios gobiernos entre ellos: Reino Unido, Irlanda y Alemania indican una tendencia hacia despliegues LTE sobre duplexación TDD.
 - a. Las tecnologías de red previstas para ser utilizadas en la banda de 3500 MHz son las tecnologías 4G WiMAX y 4G LTE / LTE-Advanced, con LTE dominando en los nuevos mercados.
 - b. En Europa varios países incluyendo Alemania y Reino Unido apoyan únicamente el arreglo TDD de la banda.
 - c. En Estados Unidos y Canadá existen restricciones sobre el uso de parte de la banda en servicios móviles, debido a la existencia de sistemas de radiolocalización (radares) de uso gubernamental, posiblemente militar. Sin embargo *Industry Canada* (IC - Consultation SMSE-018-12, 2012) está contemplando el posible uso de la banda para servicios móviles.
5. En cuanto a la convivencia entre sistemas móviles y satelitales en la banda se encuentra que el tema está ampliamente analizado y normalizado en el Reglamento de Radio, entre otros puntos en el Artículo 9, Artículo 21, notas internacionales 5.430, 5.431A y el Apéndice 5. Sin embargo, en el (UIT - Reporte M.2109, 2007), se pone de manifiesto el nivel de compatibilidad de estos servicios, que genera en últimas una serie de limitaciones a la hora de compartir la banda como:
 - a. Distancias de coordinación.
 - b. Bandas de guarda.

6.5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda la atribución de la banda para servicios móviles IMT y la adopción del esquema de canalización 3GPP Banda 42, por los siguientes motivos:



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- a. Una clara tendencia liderada por tres de las más grandes economías europeas.
 - b. La existencia de ecosistemas de equipos de usuario y de red.
 - c. La existencia de redes comerciales.
 - d. La baja ocupación actual de la banda por servicios FIJOS.
 - e. No riñe con la atribución/asignación actual de la banda en Colombia.
2. Debido a indicios encontrados acerca del grado de compatibilidad entre servicios FIJOS POR SATÉLITE e IMT, se recomienda no atribuir esta banda a servicios FIJOS POR SATÉLITE hasta no desarrollar los estudios teóricos y prácticos pertinentes. Estos estudios deben generar lineamientos para la convivencia en cocanal y canal adyacente.
3. Se recomienda permitir la atribución a título primario a FIJO y Móvil en la banda, no sin antes realizar estudios que permitan asegurar la convivencia de ambos servicios. En todo caso es importante resaltar lo siguiente:
- a. El actual nivel de ocupación del servicio FIJO es bajo y no se evidencian esfuerzos comerciales por parte del Operador para aumentar el número de usuarios del servicio existente.
 - b. La fecha de vencimiento de las licencias es muy próxima: noviembre del 2015.

6.6 Preguntas al sector

1. Si es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Ha presentado problemas de interferencia? Por favor describa.
 - b. ¿Tiene interés en seguir haciendo uso de esta banda?
¿Presta algún servicio por fuera de la actual atribución de la banda? ¿Mediante qué permiso? Por favor provea detalles al respecto.
2. Si no es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Está interesado en que se subaste esta banda? ¿En qué año? ¿Para ser usada por cuál tipo de servicio?
3. Si es proveedor de equipos
 - a. ¿Tiene productos de equipamiento de red y/o terminales IMT para esta banda? Cúales? Por favor describa.
 - b. ¿Tiene dispositivos de corto alcance para esta banda? Por favor describalos en detalle.
4. En general:
 - a. ¿Tiene comentarios en relación con las conclusiones y recomendaciones de esta banda?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 98 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

7 Análisis de banda 1400-1600

7.1 Análisis normativo

7.1.1 Atribución internacional

En la Tabla 28 se presenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda de 1400-1600 MHz, comprendidas en la banda 1300-1525 MHz y 1525-1610 MHz, sugerido en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Tabla 28 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 1400-1592 MHz propuesto por la UIT

Región 1	Región 2	Región 3
1400 – 1427 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) RADIOASTRONOMÍA INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) 5.340 5.341		
1427-1429 OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio) FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico 5.338A 5.341		
1429-1452 FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico 5.338A 5.341 5.342	1429-1452 FIJO Móvil 5.343 5.338A 5.341	
1452-1492 FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSIÓN RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.208B 5.341 5.342 5.345	1452-1492 FIJO Móvil 5.343 RADIODIFUSIÓN RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.208B 5.341 5.344 5.345	
1492-1518 FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico 5.341 5.342	1492-1518 FIJO Móvil 5.343 5.341 5.344	1492-1518 FIJO Móvil 5.341
1518-1525 FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.348 5.348A 5.348B 5.351A 5.341 5.342	1518-1525 FIJO Móvil 5.343 Móvil POR SATELITE (espacio-Tierra) 5.348 5.348A 5.348B 5.351A 5.341 5.344	1518-1525 FIJO Móvil Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.348 5.348A 5.348B 5.351A 5.341
1525-1530 OPERACIONES ESPACIALES	1525-1530 OPERACIONES ESPACIALES	1525-1530 OPERACIONES ESPACIALES



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 99 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Región 1	Región 2	Región 3
(espacio-Tierra) FIJO Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A Exploración de la Tierra por satélite Móvil salvo móvil aeronáutico 5.349 5.341 5.342 5.350 5.351 5.352A 5.354	(espacio-Tierra) Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil 5.343 5.341 5.351 5.354	(espacio-Tierra) FIJO Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A Exploración de la Tierra por satélite Móvil 5.349 5.341 5.351 5.352A 5.354
1530-1535 OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A 3.353A Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico 5.341 5.342 5.351 5.354	1530-1535 OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A 5.353A Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil 5.343 5.341 5.351 5.354	
1535-1559 Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A 5.341 5.351 5.353A 5.354 5.355 5.356 5.357 5.357A 5.359 5.362A		
1559-1610 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) 5.208B 5.328B 5.329A 5.341 5.362B 5.362C		

Fuente: (UIT - Reglamento Radiocomunicaciones, 2012)

A continuación se realiza una transcripción de las notas de la UIT referentes a la banda 1400-1600 MHz. En caso de no ser aplicables para Colombia, se hará mención al respecto.

Tabla 29 Notas internacionales referentes a la banda 1400-1592 MHz

Nota RR	Descripción
5.208B	En las bandas: 137-138 MHz, 387-390 MHz, 400,15-401 MHz, 1452-1492 MHz, 1525-1610 MHz, 1613,8-1626,5 MHz, 2655-2690 MHz, 21,4-22 GHz, se aplica la Resolución 739 (Rev.CMR-07)
5.328B	La utilización de las bandas 1 164-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz y 5 010-5 020 MHz por



SC-CER285490



GP-CER285491

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota RR	Descripción
	<p>los sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite sobre los cuales la Oficina de Radiocomunicaciones haya recibido la información de coordinación o notificación completa, según el caso, después del 1 de enero de 2005 está sujeta a las disposiciones de los números 9.12, 9.12A y 9.13. Se aplicará igualmente la Resolución 610 (CMR-03). Ahora bien, en el caso de las redes y sistemas del servicio de radionavegación por satélite (espacio-espacio), esta Resolución sólo se aplicará a las estaciones espaciales transmisoras. De conformidad con el número 5.329A, para los sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite (espacio-espacio) en las bandas 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz, las disposiciones de los números 9.7, 9.12, 9.12A y 9.13 sólo se aplicarán con respecto a los otros sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite (espacio-espacio)</p>
5.329A	<p>La utilización de sistemas del servicio de radionavegación por satélite (espacio-espacio) que funcionan en las bandas 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz no está prevista para aplicaciones de los servicios de seguridad, y no deberá imponer limitaciones adicionales a los sistemas del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) o a otros servicios que funcionen con arreglo al Cuadro de atribución de bandas de frecuencia</p>
5.338A	<p>En las bandas 1350-1400 MHz, 1427-1452 MHz, 22,55-23,55 GHz, 30-31,3 GHz, 49,7-50,2 GHz, 50,4-50,9 GHz, 51,4-52,6 GHz, 81-86 GHz y 92-94 GHz, se aplica la Resolución 750 (Rev.CMR-12). (CMR-12)</p>
5.340	<p>Se prohíben todas las emisiones en las siguientes bandas: 1400-1427 MHz, entre otras</p>
5.341	<p>En las bandas 1400-1727 MHz, 101-120 GHz y 197-220 GHz, ciertos países realizan operaciones de investigación pasiva en el marco de un programa de búsqueda de emisiones intencionales de origen extraterrestre</p>
5.343	<p>En la Región 2, la utilización de la banda 1435-1535 MHz por el servicio móvil aeronáutico para la telemida aeronáutica tiene prioridad sobre otros usos por el servicio móvil</p>
5.344	<p>No aplica para Colombia</p>
5.345	<p>La utilización de la banda 1452-1492 MHz por el servicio de radiodifusión por satélite y por el servicio de radiodifusión está limitada a la radiodifusión sonora digital y sujeta a las disposiciones de la Resolución 528 (CMR-92)</p>
5.348	<p>La utilización de la banda 1518-1525 MHz por el servicio por satélite está sujeta a la coordinación a tenor del número 9.11A. Las estaciones del servicio móvil por satélite en la banda de 1518-1525 MHz no pueden reclamar protección contra las estaciones del servicio fijo. No se aplica el número 5.43A. (CMR-03)</p>
5.348A	<p>No aplica para Colombia</p>
5.348B	<p>No aplica para Colombia</p>
5.351	<p>Las bandas 1525-1544 MHz, 1545-1559 MHz, 1626,5-1645,5 MHz y 1646,5-1660,5 MHz no se utilizarán para enlaces de conexión de ningún servicio. No obstante, en circunstancias excepcionales, una administración podrá autorizar a una estación terrena situada en un punto fijo determinado de cualquiera de los servicios móviles por satélite a comunicar a través de estaciones espaciales que utilicen estas bandas</p>
5.351A	<p>En lo que respecta a la utilización de las bandas 1 518-1 544 MHz, 1 545-1 559 MHz, 1 610-1 645,5 MHz, 1 646,5-1 660,5 MHz, 1 668-1 675 MHz, 1 980-2 010 MHz, 2 170-</p>



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota RR	Descripción
	2 200 MHz, 2 483,5-2 520 MHz y 2 670-2 690 MHz por el servicio móvil por satélite, véanse las Resoluciones 212 (Rev.CMR-07) y 225 (Rev.CMR-07)
5.353A	Quando se aplican los procedimientos de la Sección II del Artículo 9 al servicio móvil por satélite en las bandas 1530-1544 MHz y 1626,5-1645,5 MHz, deberán satisfacerse en primer lugar las necesidades de espectro para comunicaciones de socorro, emergencia y seguridad del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM). Las comunicaciones de socorro, emergencia y seguridad del servicio móvil marítimo por satélite tendrán acceso prioritario y disponibilidad inmediata frente a todas las demás comunicaciones móviles por satélite en la misma red. Los sistemas móviles por satélite no causarán interferencias inaceptables ni podrán reclamar protección contra las comunicaciones de socorro, emergencia y seguridad del SMSSM. Se tendrá en cuenta la prioridad de las comunicaciones relacionadas con la seguridad en los demás servicios móviles por satélite. (Se aplicarán las disposiciones de la Resolución 222 (CMR-2000) (CMR-2000)
5.354	La utilización de las bandas 1525-1559 MHz y 1626,5-1660,5 MHz por los servicios móviles por satélite está sujeta a la coordinación a tenor del número 9.11A
5.355	No aplica para Colombia
5.356	El empleo de la banda 1544-1545 MHz por el servicio móvil por satélite (espacio-Tierra) está limitado a las comunicaciones de socorro y seguridad (véase el Artículo 31)
5.357	En la banda 1545-1555 MHz las transmisiones directas del servicio móvil aeronáutico (R), desde estaciones aeronáuticas terrenales a estaciones de aeronave, o entre estaciones de aeronave, están también autorizadas cuando esas transmisiones están destinadas a aumentar o a completar los enlaces establecidos entre estaciones de satélite y estaciones de aeronave
5.357A	Al aplicar los procedimientos de la Sección II del Artículo 9 al servicio móvil por satélite en las bandas de frecuencias 1545-1555 MHz y 1646,5-1656,5 MHz, deberán satisfacerse en primer lugar las necesidades de espectro del servicio móvil aeronáutico por satélite (R) para la transmisión de mensajes con prioridad 1 a 6 con arreglo al Artículo 44. Las comunicaciones del servicio móvil aeronáutico por satélite (R) con prioridad 1 a 6 con arreglo al Artículo 44 tendrán acceso prioritario y disponibilidad inmediata, de ser necesario mediante precedencia, sobre todas las demás comunicaciones móviles por satélite en la misma red. Los sistemas móviles por satélite no causarán interferencias inaceptables ni podrán reclamar protección contra las comunicaciones del servicio móvil aeronáutico por satélite (R) con prioridad 1 a 6 con arreglo al Artículo 44. Se tendrá en cuenta la prioridad de las comunicaciones relacionadas con la seguridad en los demás servicios móviles por satélite. (Se aplicarán las disposiciones de la Resolución 222 (CMR-12). (CMR-12)
5.359	No aplica para Colombia
5.362A	No aplica para Colombia
5.362B	No aplica para Colombia
5.362C	No aplica para Colombia

Fuente: (UIT - Reglamento Radiocomunicaciones, 2012)



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

7.1.2 Atribución nacional vigente

La atribución de la banda 1400-1600 MHz en Colombia se presenta en la Tabla 30, y la definición de algunos servicios radioeléctricos se encuentra en la Sección 10.2.1.

Tabla 30 CNABF referente a la banda de frecuencia 1400-1592 MHz

Región 2	Colombia	Notas nacionales
1400 - 1427 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) RADIOASTRONOMÍA INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) 5.340 5.341	1400 - 1427 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) RADIOASTRONOMÍA INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) 5.340 5.341	CLM 5
1427 - 1429 OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio) FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico 5.338A 5.341	1427 - 1429 FIJO 5.338A 5.341	CLM 5 CLM 49 CLM 58
1429 - 1452 FIJO Móvil 5.343 5.338A 5.341	1429 - 1452 FIJO 5.338A 5.341	CLM 5 CLM 49 CLM 58
1452 - 1492 FIJO Móvil 5.343 RADIODIFUSIÓN RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.208B 5.341 5.344 5.345	1452 - 1492 FIJO 5.341 5.344 5.345	CLM 5 CLM 49 CLM 58
1492 - 1518 FIJO Móvil 5.343 5.341 5.344	1492 - 1518 FIJO Móvil 5.343 5.341 5.344	CLM 5 CLM 49 CLM 58
1518 - 1525 FIJO Móvil 5.343 Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.348 5.348A 5.348B 5.351A 5.341 5.344	1518 - 1525 FIJO Móvil 5.343 Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.348 5.348A 5.351A 5.341 5.344	CLM 5 CLM 49 CLM 58 CLM 98
1525 - 1530 OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil 5.343 5.341 5.351 5.354	1525 - 1530 OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A Exploración de la Tierra por satélite	CLM 5 CLM 58



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Región 2	Colombia	Notas nacionales
	Fijo Móvil 5.343 5.341 5.351 5.354	
1530 - 1535 OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A 5.353A Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil 5.343 5.341 5.351 5.354	1530 - 1535 OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A 5.353A Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil 5.343 5.341 5.351 5.354	CLM 3 CLM 5 CLM 7 CLM 58
1535 - 1559 Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A 5.341 5.351 5.353A 5.354 5.355 5.356 5.357 5.357A 5.359 5.362A	1535 - 1559 Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.208B 5.351A 5.341 5.351 5.353A 5.354 5.355 5.356 5.357 5.357A 5.359 5.362A	CLM 5 CLM 7
1559 - 1610 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) 5.208B 5.328B 5.329A 5.341 5.362B 5.362C	1559 - 1610 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) 5.208B 5.328B 5.329A 5.341 5.362B 5.362C	CLM 5 CLM 6

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

En la Tabla 31 se presentan las notas nacionales CLM que son aplicables para la banda 1400-1592 MHz.

Tabla 31 Notas nacionales aplicables a la banda 1400-1600 MHz

Nota nacional	Descripción
CLM3-MOD 2013	Se adoptan las bandas de frecuencia atribuidas internacionalmente por UIT-R a los servicios móvil marítimo, móvil marítimo por satélite y radionavegación marítima, para su uso dentro del territorio nacional, en especial lo contenido en los Apéndices 15, 16, 17, 18 y 25 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción
<p>CLM5 – MOD 2013</p>	<p>Se permite el uso libre de las bandas de frecuencias definidas en las resoluciones 1520 de 2002, 2190 de 2003, 689 de 2004, 1689 de 2007, 2544 de 2009 y 473 de 2010 expedidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por parte del público en general, siempre y cuando se respeten los rangos de frecuencias, las aplicaciones y las condiciones técnicas y operativas que las mismas resoluciones establecen. Se prohíbe la utilización de aparatos y dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance (RCA) en las bandas especificadas en el artículo 6 de la resolución 473 de 2010 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (1) (2) (3) (4) (5) (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> • (1). Resolución 473 de 23 de abril del 2010 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente por parte del público en general mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia. Derogó la Resolución 797 de 2001. • (2). Resolución 1520 del 2002 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente para la operación de teléfonos inalámbricos que se conecten a la RTPC; siempre y cuando operen en recintos cerrados, sean de baja potencia y corto alcance. • (3). Resolución 2190 de 2003 atribuyó frecuencias para ser utilizadas libremente en los radios portátiles de operación itinerante; siempre y cuando se respeten los límites de intensidad de campo del artículo 3º de la citada resolución. • (4). Resolución 689 de 2004 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre en la prestación de servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local. Resolución 1689 de 2007 derogó el Artículo 9. • (5). Resolución 2544 de 2009 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen <i>spread spectrum</i>, modulación digital, banda ancha y baja potencia. <p>(6). Resolución 1689 de 2007, “Por la cual se modifica la Resolución 689 del 21 de abril del 2004” - derogó el Artículo 9 del la Resolución 689 de 2004.</p>
<p>CLM6-MOD 2013</p>	<p>Se adoptan las bandas de frecuencias atribuidas internacionalmente a los servicios móvil aeronáutico (R), móvil aeronáutico por satélite (R) y radionavegación aeronáutica. El Plan de adjudicación de frecuencias del servicio móvil aeronáutico (R) está contenido en el Apéndice 27 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.</p> <p>Se adoptan las bandas de frecuencias atribuidas internacionalmente al servicio móvil aeronáutico (OR). La Administración reglamentará y planificará el uso y explotación de estas bandas de frecuencias conforme a lo dispuesto en el Apéndice 26 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, los desarrollos tecnológicos y las necesidades del País.</p>
<p>CLM7-MOD 2013</p>	<p>Se adoptan las bandas y/o frecuencias internacionalmente atribuidas en el Apéndice 15 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, para las comunicaciones de socorro y seguridad del Sistema Mundial de Socorro y</p>



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción
	Seguridad Marítimos (SMSSM) y el Artículo 31 del mismo, que entre otras disposiciones, prohíbe toda emisión que cause interferencia perjudicial a las mencionadas frecuencias
CLM49- MOD 2013	<p>Se reservan para utilizarse las bandas de frecuencias definidas en las Resoluciones 526 de 2002, 2585 de 2004, 1277 de 2005 y 1715 de 2007 para la operación de sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico, en las condiciones que las mismas resoluciones establecen, con excepción de lo dispuesto en los Artículos 1, 2 y 3 de la Resolución 357 de 2012 de la Agencia Nacional del Espectro. (25) (26) (27).</p> <ul style="list-style-type: none"> (25). Resolución 1715 del 2007 atribuyó al servicio fijo bandas de frecuencias para operación de sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico como elemento de la RTPBC y derogó la Resolución 1277 del 2005. Resolución 526 del 2002 distribuyó bandas de frecuencias atribuidas. (26). Resolución 2585 de 21 de diciembre del 2004 reservó bandas de frecuencias atribuidas a los sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico. <p>(27). Resolución 357 del 2012, “Por la cual se cambia la atribución de los rangos de frecuencia 894–905 MHz y 942,5–950 MHz y se dictan otras disposiciones” – derogó los Artículos 1 y 4 de la Resolución 1715 del 2007 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.</p>
CLM58	Se adoptan los planes de distribución de canales radioeléctricos para la banda de frecuencias de 1,5 GHz de acuerdo con las Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Estos planes de distribución de canales se encuentran relacionados a partir de la Tabla 25 hasta la Tabla 28.
CLM98 NUEVA 2013	En todas las bandas de frecuencia por encima de 1 GHz que compartan atribución primaria entre servicios terrenales y espaciales se debe dar cumplimiento a lo descrito en el Artículo 21 de Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

7.2 Análisis de ocupación y uso

Se recibió una (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013) por parte de la ANE y se asume que esta cumple con las características descritas en la Sección 10.2.2.

7.2.1 Análisis de ocupación

Se encontró que todos los equipos registrados en la banda analizada están operando dentro del rango específico de frecuencias 1427 MHz a 1530 MHz.

A continuación se presentan los resultados de evaluar el nivel de ocupación de la banda analizada en cada departamento, mostrando la cantidad de portadoras diferentes que se utilizan dentro de los límites departamentales respectivos, teniendo en cuenta tanto la frecuencia de transmisión como la de recepción involucrada en la región analizada.

En la Figura 29 se observan los departamentos donde existe ocupación por servicios de cobertura punto a multipunto, y la Figura 30 corresponde a los departamentos con



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

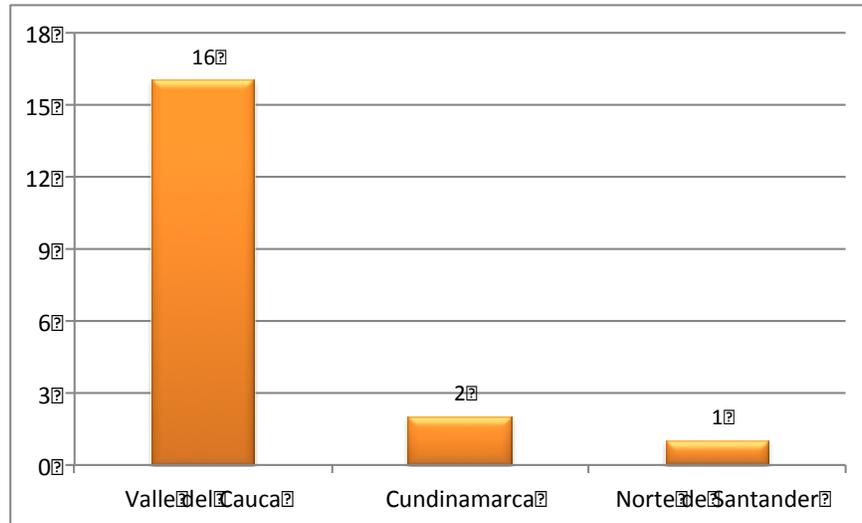
Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

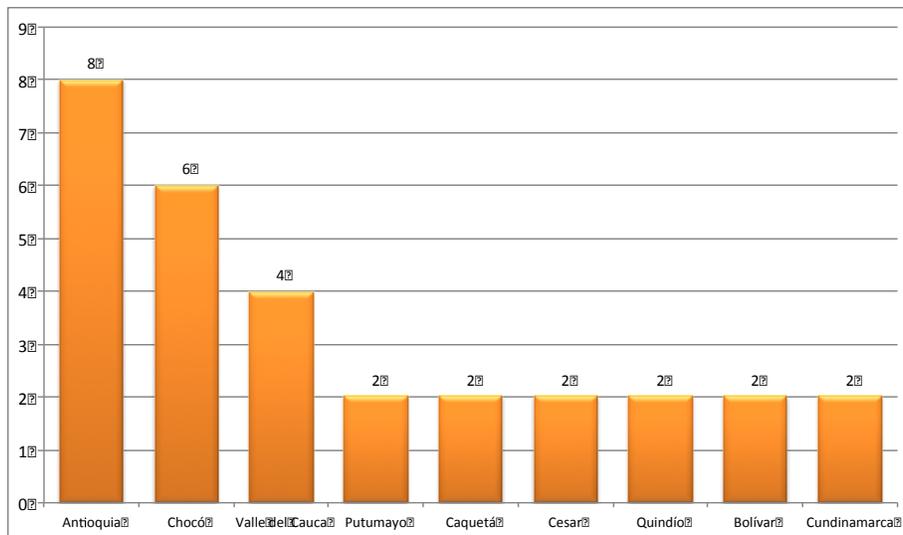
ocupación por servicios de radioenlaces punto a punto. Estas Figuras incluyen los valores de la cantidad de frecuencias portadoras ocupadas para cada uno de los departamentos.

Figura 29 Cantidad de portadoras ocupadas para el servicio de cubrimiento por departamento – 1,4 a 1,6 GHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

Figura 30 Cantidad de portadoras ocupadas para servicio de radioenlaces por departamento – 1,4 a 1,6 GHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

Como análisis complementario a la ocupación con estaciones de cubrimiento, se presenta la Tabla 32 donde se observa que en Cundinamarca se aprovecha el reuso de espectro ya que tiene 16 asignaciones con un canal utilizado (dos portadoras). Mientras que en Norte de Santander se utiliza una frecuencia para dos transmisores sin frecuencia de recepción asignada.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Tabla 32 Descripción de ocupación con Estaciones de cubrimiento por departamento en 1,4-1,6 GHz

Departamento	Cantidad de portadoras	Cantidad de asignaciones a equipos
Valle del Cauca	16	49
Cundinamarca	2	16
Norte de Santander	1	2

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

En cuanto a los radioenlaces punto a punto, se observa en la Tabla 33 que, aunque Antioquia tiene el mayor número de portadoras diferentes utilizadas para radioenlaces, la mayor cantidad de asignaciones a transmisores ubicados en el departamento se presenta en el Valle del Cauca con seis asignaciones, seguido por Antioquia y Chocó con cinco y tres respectivamente. Los demás departamentos tienen cada uno un par de asignaciones con un par de portadoras.

En el caso de Antioquia y Chocó, el número de asignaciones a equipos es menor que la cantidad de portadoras, debido a que tiene radioenlaces en los que uno de los transmisores está ubicado en el mismo departamento y enlaza con el otro ubicado fuera del departamento. Lo contrario ocurre en Valle del Cauca, donde todos sus enlaces están operando en el mismo departamento y aplican reuso de frecuencia. Lo mismo sucede en los demás departamentos, que cada servicio punto a punto enlaza con el mismo departamento.

Tabla 33 Descripción de ocupación con radioenlaces punto a punto por departamento en 1,4-1,6 GHz

Departamento	Cantidad de portadoras	Cantidad de asignaciones a equipos
Antioquia	8	5
Chocó	6	3
Valle del Cauca	4	6
Putumayo	2	2
Caquetá	2	2
Cesar	2	2
Quindío	2	2
Bolívar	2	2
Cundinamarca	2	2

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

En la Tabla 34 se consolidan datos y se presenta el nivel de uso de la banda en cada departamento. Entre los datos a resaltar se encuentra la cantidad de frecuencias portadoras ocupadas de la banda en cada departamento, este valor se utiliza junto con el



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

ancho de banda para determinar el porcentaje de ocupación respecto a los 200 MHz que constituyen la banda analizada.

También se compara el nivel de ocupación con la densidad de asignaciones de frecuencia a equipos, para lo cual se tiene en cuenta el área que circunscribe la región geográfica. Esto corresponde al indicador [Asignaciones/MHz/km²] y permite estimar el nivel de concentración de asignaciones en un área determinada en proporción al ancho de la banda analizada. Se contrasta esta variable con el valor de la densidad poblacional, que puede ser útil en el caso de un posterior estudio de la demanda de espectro.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Tabla 34 Ocupación total por Departamento en la Banda 1,4-1,6 GHz

Departamento	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad portadoras	Ancho de banda [MHz] en cada portadora	Porcentaje de ocupación (200MHz = 100%)	Cantidad de asignaciones a equipos	Asignaciones/ MHz/km ²
Valle	22.140	204,2	20	3.5	35%	55	1,24E-05
Antioquia	63.612	99	8	3.5 a 13.6	34%	5	3,93E-07
Chocó	46.530	10,5	6	3.5 a 13.6	26%	3	3,22E-07
Cundinamarca + Bogotá ²⁵	24.220	424,1	4	1.4 a 2	3%	18	3,72E-06
Bolívar	25.978	78,9	2	1.4	1%	2	3,85E-07
Caquetá	88.965	5,2	2	2.99	3%	2	1,12E-07
Cesar	22.905	53,9	2	8	8%	2	4,37E-07
Putumayo	24.885	13,5	2	1.8	2%	2	4,02E-07
Quindío	1.845	302,9	2	1.33	1%	2	5,42E-06
Norte de Santander	21.658	61,5	1	24	12%	2	4,62E-07

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (Dane - Proyecciones 2005-2020, 2010) y (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013).

²⁵ Se unifican los datos de Cundinamarca con el Distrito Capital para no alterar la distribución original presentada en la base de datos suministrada por la ANE.

7.2.2 Análisis de uso

Actualmente están operando siete empresas dentro del rango de 1427 MHz a 1530 MHz, lo que indica que el rango de 1400-1427 MHz y 1530-1600 MHz no tiene licencias en operación. En la Tabla 35 se describen estos usuarios y se presentan las cifras de portadoras y equipos transmisores.

La banda está siendo utilizada principalmente por sistemas de transmisión por microondas punto a punto y punto multipunto. También se aprecia otro servicio operado por una empresa de televisión local que tiene dos estaciones transmitiendo a la misma frecuencia sin canal de recepción.

Tabla 35 Descripción de uso para la banda 1,4-1,6 GHz

Tipo de servicio	Cantidad de estaciones
Cubrimiento	67
Radioenlaces	26

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

7.2.3 Interés de los actuales operadores en la banda

Un operador de telecomunicaciones manifestó, mediante respuesta escrita, que requieren seguir haciendo uso del mismo espectro asignado; ya que, luego de revisar los planes técnicos para los equipos y servicios en esta banda, concluyeron que no existen planes a corto o mediano plazo para el reemplazo de los equipos que utilizan actualmente.

Otro operador indicó que la banda de interés para soportar los servicios actuales es la banda no licenciada de 5 GHz.

Dos empresas de servicios públicos coinciden en su interés para utilizar la banda de 7 u 8 GHz en caso de una migración de la banda analizada.

7.2.4 Interés de eventuales operadores de IMT en la banda

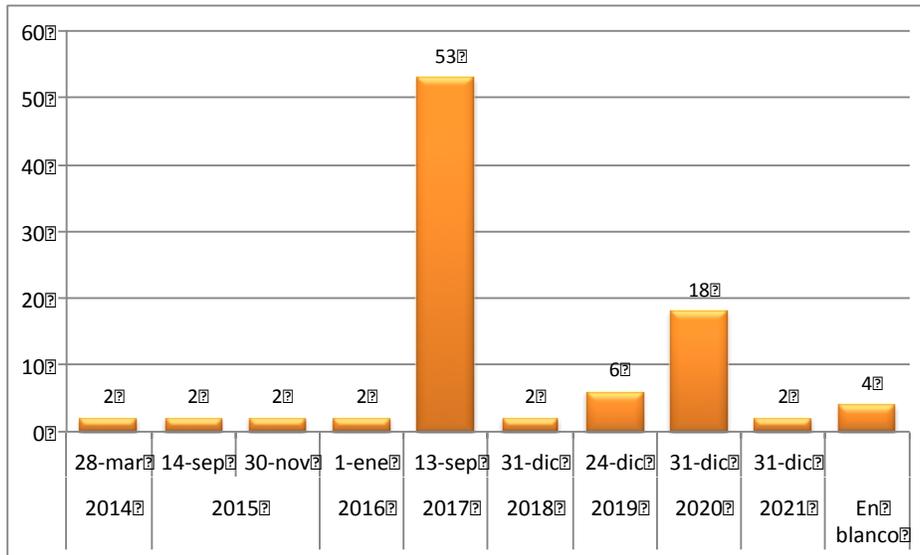
No se conoce de interés específico de ningún operador en Colombia para la prestación de servicios IMT en la banda.

7.2.5 Inventario de licencias

De acuerdo con la (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013) se muestra la cantidad de asignaciones según la fecha de vencimiento de la licencia (Ver Figura 31), también se presenta la forma acumulada de dicha cantidad a través de los años (Ver Figura 32), desde el 2014 hasta el 2021, año en que se espera que la banda quede libre de licencias, y así realizar una reasignación de acuerdo a nuevos planes propuestos.

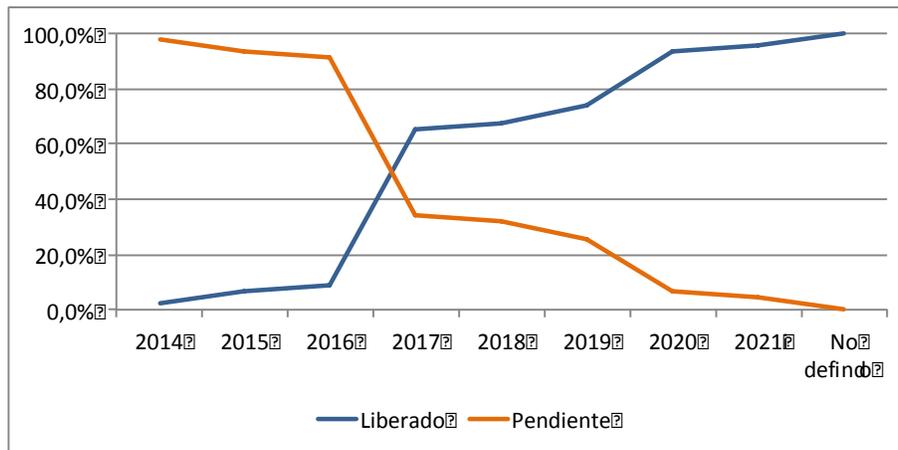
De acuerdo a la Figura 31 y Figura 32, se observa que en el 2017 una gran cantidad de asignaciones finalizarán y al iniciar el 2018 más del 60% de las asignaciones a equipos estarán inactivas. Al finalizar el 2020 se tendrá fuera de operación más del 93% de las asignaciones y el 100% para finales del 2022 con un margen de incertidumbre de 4,3% dado que hay asignaciones que no registran fecha de vencimiento.

Figura 31 Cantidad de asignaciones con licencia a expirar en la fecha indicada



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

Figura 32 Cantidad porcentual acumulado de asignaciones liberadas al finalizar cada año



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

Para dar una idea más clara de la forma en que se va desocupando cronológicamente la banda de espectro, se presenta en la Figura 33 la cantidad de frecuencias, pertenecientes a la banda analizada, que se van liberando desde el 2014 hasta un año futuro determinado.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

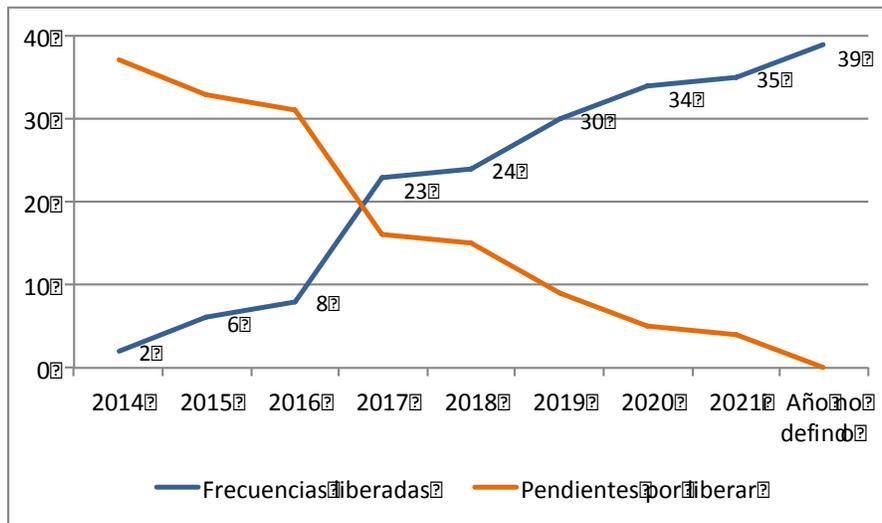
Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Actualmente se registra que 39 frecuencias diferentes se están utilizando para transmitir en el rango de 1400 a 1600 MHz cubriendo alguna región de Colombia y se espera que para el 2017 se recupere la disponibilidad del 50% de estas frecuencias²⁶.

Figura 33 Cantidad acumulada de frecuencias Tx liberadas al finalizar el año indicado



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

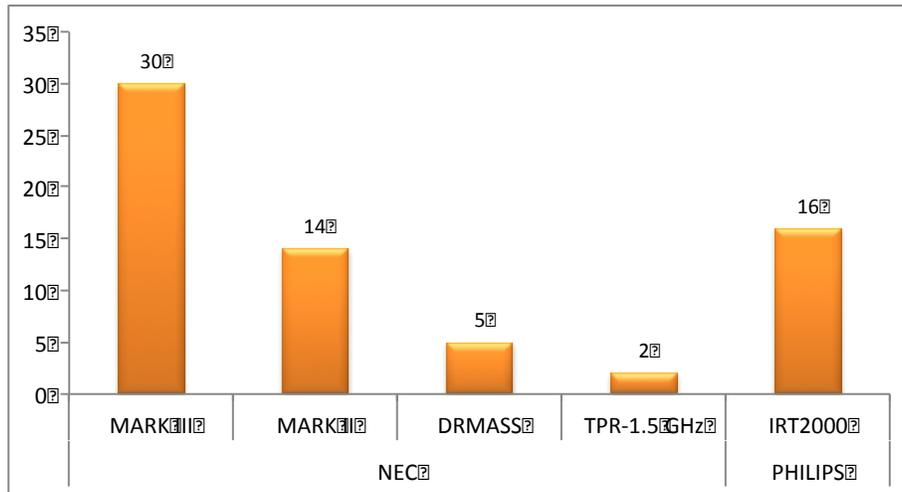
7.2.6 Inventario de equipos

De acuerdo con la (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013), en la Figura 34, se presenta la cantidad de estaciones vigentes para servicios fijos de cobertura por marca y modelo, y en la Figura 35 se muestra la cantidad de radioenlaces, entendiendo que cada radioenlace contado involucra un par de equipos transmisores del mismo modelo.

Se registran 51 equipos marca NEC junto con 16 equipos marca Philips para transmisores de cobertura. Mientras que para los servicios de radioenlace se encontraron ocho equipos de marca 4RF, cuatro equipos marca NEC, cuatro equipos Harris Farinon, cuatro equipos Alcatel, dos equipos Telettra, dos equipos AWA y dos equipos Fujitsu.

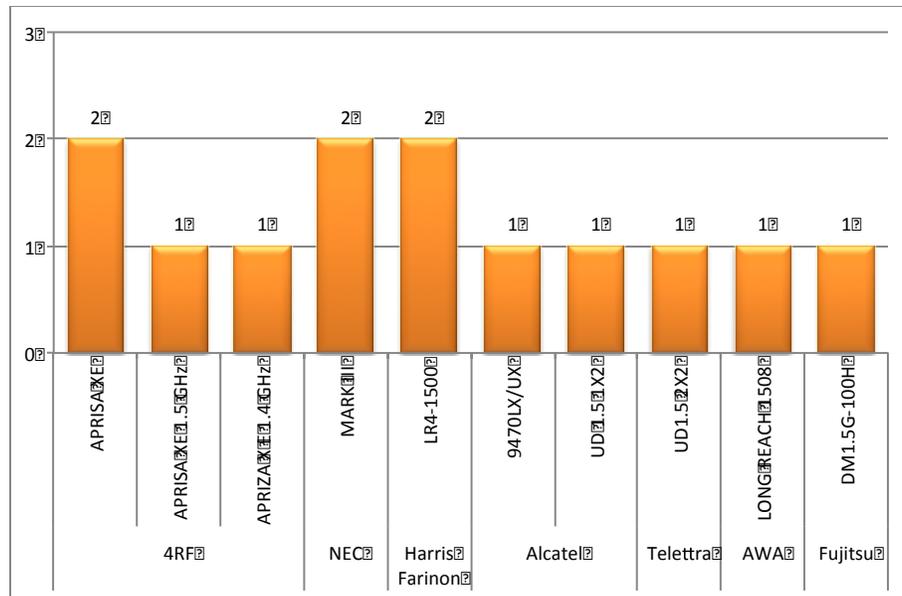
²⁶ Cabe resaltar que para una misma frecuencia relacionada con vigencias diferentes de licencia, se cuenta solamente la de mayor fecha, con el fin de asegurar que dicha frecuencia quede completamente liberada.

Figura 34 Cantidad de estaciones por marca y modelo utilizados para cubrimiento en la banda 1,4-1,6 GHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

Figura 35 Cantidad de radioenlaces por marca y modelo en la banda 1,4-1,6 GHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. con base en (ANE - BD 1,4-1,6 GHz, 2013)

El uso de espectro radioeléctrico en la banda 1400-1600 MHz se da con despliegues de sistemas inalámbricos punto a punto y punto a multipunto. Los equipos más recientes que se encuentran operando en esta banda corresponden a Alcatel²⁷, el sistema multiacceso se presenta en la Figura 17.

²⁷ Sistema de acceso digital liberado en la década de 1990, que buscaba solucionar el acceso rural y semiurbano mediante la combinación de radios punto multipunto con el estándar DECT (para acceso al usuario).



SC-CER285490



GP-CER285491

7.3 Análisis técnico de la banda

7.3.1 Recomendaciones internacionales

En el ítem 1.1 del orden del día de la CMR-15 de la (UIT - Resolución 1343, 2012) (conocido internacionalmente como *Agenda Item 1.1* o A1.1), se considera “examinar atribuciones adicionales de espectro al servicio móvil a título primario e identificar bandas de frecuencias adicionales para las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) así como las disposiciones transitorias conexas, para facilitar el desarrollo de aplicaciones terrenales móviles de banda ancha, de conformidad con la Resolución 233 (CMR-12)”.

La preparación del ítem 1.1 recayó en los Grupos de Trabajo Mixtos (GTM) 4A, 4B y 4C, más conocidos por sus nombres en inglés *Joint Task Group* (JTG).

En el Anexo Sección 10.2.6, se describe la conformación y función de los grupos de trabajo UIT que preparan el ítem 1.1 de la CMR-15.

En la Tabla 36 se presentan los documentos relacionados con la banda 1400-1600 MHz emitidos por los grupos de trabajo JTG4/5/6/7.

Tabla 36 Adjuntos de los documentos de estudio relacionados con la banda 1400-1600 MHz²⁸

Adjunto	Descripción
Adjunto 7 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 5, 2013)	Documento de trabajo sobre la compartición entre el servicio móvil (MS) y el servicio de radiodifusión (BS), bajo el estándar T-DAB, en la banda 1452-1492 MHz de frecuencia.
Adjunto 8 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 5, 2013)	Documento de trabajo para el texto del tema 1.1 CPM proyecto relacionado con los estudios sobre el servicio móvil (MS) y el servicio de radiodifusión (BS) en la banda de frecuencias de 1452-1492 MHz.
Adjunto 3 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 6, 2013)	Documento de trabajo para el nuevo reporte ITU-R M.[AMT-IMT.SHARING.L-BAND] “Estudios de compartición entre los sistemas IMT y sistemas de telemetría móvil aeronáutica en la banda de frecuencias 1429–1535 MHz”.
Adjunto 1 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 7, 2013)	Documento de trabajo para el borrador del nuevo reporte sobre la coexistencia entre sistemas IMT y de radiodifusión satelital en la banda 1452-1492 MHz
Adjunto 2 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 7, 2013)	Estudios de compatibilidad del servicio móvil con el de móvil por satélite en las bandas 1518–1559 MHz, 1626,5–1660,5 MHz y 1668–1675 MHz.
Adjunto 1 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 8, 2013)	Documento de trabajo para el borrador del nuevo reporte ITU-R RA.[RAS-IMT] “Estudios de compartición y compatibilidad entre los sistemas IMT y Radioastronomía en la banda de frecuencia 608-614 MHz, 1330-1400 MHz, 1400-1427 MHz, 1610.6-1613.8 MHz, 1660-1670 MHz, 2690-2700 MHz, 4800-4990 MHz y 4990-5000 MHz”

²⁸ Los textos originales están en inglés, se presenta una traducción libre.

**Adjunto 2 del
(JTG4/5/6/7 - Anexo
8, 2013)**

Documento preliminar del nuevo reporte de trabajo ITU-R RS.[EESS 1.4 GHz], “Consideración de las bandas de frecuencias 1375–1400 MHz y 1427–1452 MHz para el servicio móvil–compatibilidad con los sistemas del servicio de exploración de la Tierra por satélite en la banda 1400 – 1427 MHz”

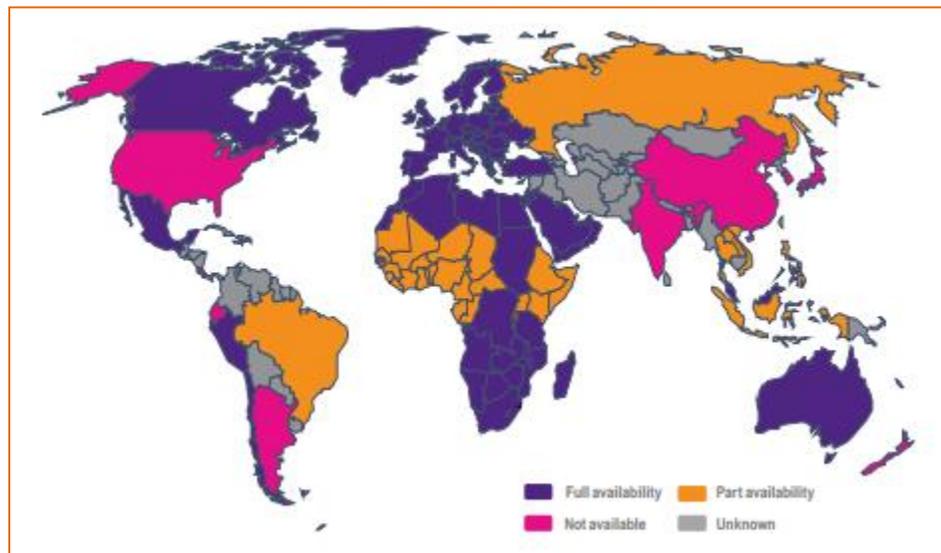
Fuente: (UIT - R - Study Groups, 2010)

7.3.2 Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda

Se han realizado intensos estudios para implementar *Supplemental Downlink* (SDL) en esta banda. SDL es una facilidad adicional, que según (Qualcomm - Mobile Broadband, 2011) está presente a partir del *Release 9* en (HSPA+) y *Release 10* en LTE, y que permite la asignación asimétrica de bloques en los enlaces descendente y ascendente, incluso en bandas distintas.

En este sentido, Qualcomm y Ericsson han liderado e impulsado el análisis y estudio de la banda 1452–1492 MHz como SDL, teniendo como uno de sus motores el alto grado de armonía en su atribución a nivel global.

Figura 36 Disponibilidad mundial de la banda de 1452–1492 MHz



Fuente: (PLUM - SDL 1400 MHz, 2011)

Por otra parte, dicha propuesta está siendo también estudiada y evaluada por CEPT (CEPT - Candidate bands WRC15, 2012) y ACMA (ACMA - 1.5 GHz mobile band, 2012)

Las atribuciones sobre las tres regiones varían considerablemente y hay una multitud de servicios en la banda, con servicios primarios dominantes como los Fijos, Satelitales y Móvil Aeronáutico (al menos en la Región 2, especialmente en Estados Unidos).

Tabla 37 Interés en la banda 1400-1600 MHz

Región	Interés
Europa 1400 MHz	La banda se llama indistintamente 1,4 GHz/1,5 GHz / L-band en Europa. La banda se encuentra actualmente atribuida para el uso de servicios de radiodifusión sonora digital (DAB) en la mayoría de los países europeos - parte de la banda es para redes terrenales y la otra para redes de satélites. Ninguno de estos servicios se ha desarrollado en la banda.
Asia 1500 MHz	Al analizar las fuentes futuras de espectro móvil, la banda 1500 MHz atrae algo de atención en Japón y Latinoamérica posterior al 2020, por las actuales y futuras atribuciones que permitan un acceso más fácil para la banda ancha móvil. Hubo cierta actividad iniciada por Estados Unidos en la CMR-03 donde logró que las atribuciones fueran aprobadas provisionalmente, sujeto a la realización de más estudios que demuestren que no habrá interferencias.
Estados Unidos 1400 MHz	En la conferencia de la CMR 2003, Estados Unidos apoyado por algunos países del tercer mundo propusieron atribuciones de espectro para los enlaces de conexión (por ejemplo, señales de control) alrededor de 1400 a 1600 MHz, y los enlaces de servicio (es decir, enlaces de datos <i>up-bound</i>) en torno a 450 MHz. La mayoría de los países se opusieron fuertemente a la propuesta de enlace de conexión, ya que las frecuencias alrededor de 1400-1600 MHz es altamente utilizada por muchos servicios. Ellos ya tienen atribuciones de frecuencias para enlaces de datos de baja. Si estos estudios son exitosos, la atribución puede llevarse a la práctica en el futuro

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

- **Reino Unido**

El análisis que se presenta a continuación se realizó teniendo en cuenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias del Reino Unido contenido en (Ofcom - UKFT 2013, 2013).

La banda de 1400-1600 MHz es atribuida en distintas sub-bandas a múltiples servicios de manera primaria, entre ellos: FIJO, Móvil, RADIOASTRONOMÍA, OPERACIÓN ESPACIAL, RADIONAVEGACIÓN, RADIODIFUSIÓN, RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE, RADIOLOCALIZACIÓN Y Móvil POR SATÉLITE. De manera secundaria es atribuida a Exploración de la Tierra por Satélite.

En la nota nacional UK193, se menciona que la banda 1452 - 1479.5 MHz es objeto del acuerdo (CEPT - MA02revCO07, 2007) donde se convinieron aspectos para los servicios móviles multimedia terrestres, incluyendo el servicio de radiodifusión sonora digital. Esta banda fue subastada en el 2007 por OfCom y el término inicial de su licenciamiento fue de 15 años (Ofcom - 1452 - 1492 MHz Auction, 2007).

Por otra parte la nota internacional 5.340, prohíbe cualquier emisión en 1400–1427 MHz.

Respecto a los dispositivos de corto alcance, no es permitido operarlos en esta banda.

- **Australia**



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

El análisis que se presenta a continuación se realizó teniendo en cuenta el Plan de Espectro Australiano contenido en (Acma - ARFSP , 2013).

La banda es atribuida en distintas sub-bandas a múltiples servicios de manera primaria, entre ellos: FIJO, Móvil, RADIOASTRONOMÍA, OPERACIÓN ESPACIAL, RADIONAVEGACIÓN, RADIODIFUSIÓN, RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE, RADIOLOCALIZACIÓN Y Móvil POR SATÉLITE. De manera secundaria es atribuida a Exploración de la Tierra por Satélite.

La banda está afectada por las notas nacionales que se presentan en la Tabla 60 y las internacionales en la Tabla 61.

Respecto a los dispositivos de corto alcance, no es permitido operarlos en esta banda.

- **Estados Unidos**

El análisis que se presenta a continuación se realizó teniendo en cuenta el Código Electrónico de Reglamentos Federales contenido en (FCC - CFR Part 47 , 2014). En Estados Unidos el uso del espectro se clasifica en federal regulado por la FCC, y el no federal regulado por la NTIA.

- **Uso federal**

La banda está atribuida en distintas sub-bandas a múltiples servicios de manera primaria, entre ellos, EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE, RADIOASTRONOMÍA, INVESTIGACIÓN ESPACIAL, Móvil TERRESTRE, Móvil, Móvil POR SATÉLITE, RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE, RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA, RADIOLOCALIZACIÓN POR SATÉLITE.

La banda está afectada por las notas nacionales que se presentan en la Tabla 62 y las internacionales de la Tabla 63.

- **Uso no federal**

La banda es atribuida generalmente a los mismos servicios relacionados para uso federal, a excepción de la banda 1429,5–1430 MHz, donde el uso no federal incluye el servicio fijo para aplicaciones de telemetría y telecomando.

Aplican las mismas notas incluidas en la Tabla 60 y Tabla 61.

De otra parte, de acuerdo con (FCC - CFR Part 47 , 2014), en las sub-bandas de 1300–1427 MHz y 1435–1626,5 MHz está prohibida la operación de dispositivos de corto alcance.

7.3.3 Desarrollos tecnológicos

De acuerdo con el 3GPP en las especificaciones técnicas (3GPP - TS 25.101, 2013) y (3GPP - TS 25.102, 2013), el rango de 1400-1600 MHz contiene bandas estandarizadas para operación UMTS, las mismas bandas para E-UTRA (LTE) en la especificación (3GPP - TS 36.101, 2013), en ambos estándares con arreglo FDD. Estas bandas son identificadas como la Banda 11 comprendida en 1427,9-1447,9 MHz para *uplink* pareada con 1475,9-1495,9



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

MHz para *downlink*; y la Banda 21 comprendida en 1447,9-1462,9 para *uplink* pareada con 1495,9-1510,9 para *downlink*.

Aunque existen estas especificaciones, no se encontraron equipos terminales de usuarios ni redes comerciales sobre 3GPP, 3GPP2 ni IEEE para el despliegue de servicios terrestres IMT en esta banda.

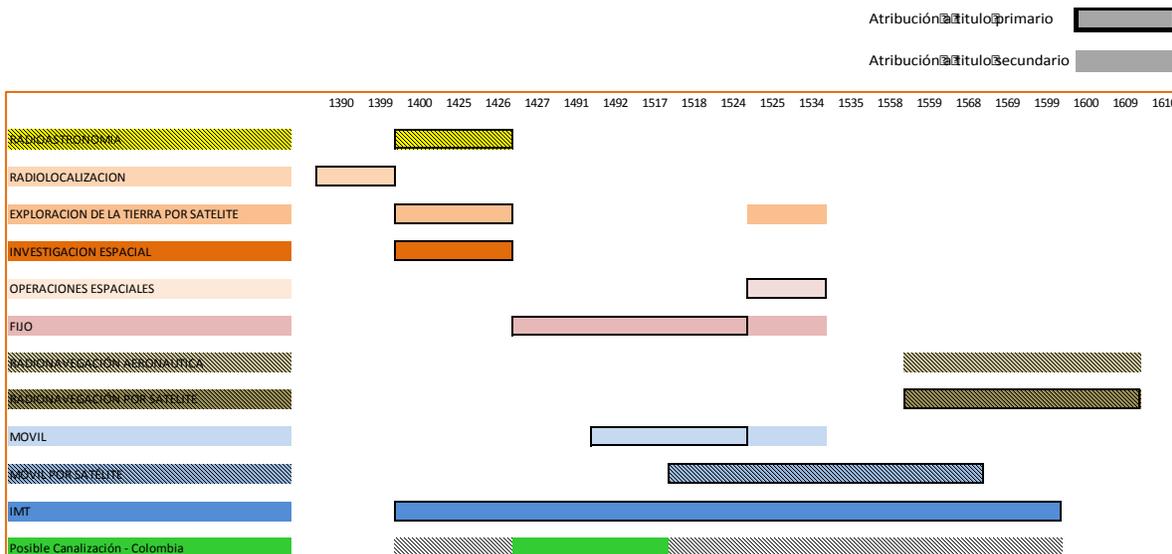
Es decir que, no hay algún ecosistema para la banda 1400-1600 MHz, dado que aún no ha sido identificada por la UIT para proveer servicios IMT; sin embargo, se puede mencionar que hay algunas tendencias, motivadas por la demanda y la defincion de estándares en la banda, que pueden aplicar a futuros desarrollos (para mayor detalle ver la Sección 10.2.4).

7.4 Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia

7.4.1 Esquema técnico de canalización

Una posible canalización para IMT en la banda 1400-1600 MHz se presenta en la Figura 37.

Figura 37 Análisis de una posible canalización para IMT en la banda 1400–1600 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

De acuerdo con la Figura 37 y los estudios de compatibilidad, se puede inferir que:

- Los servicios aeronáuticos son altamente incompatibles con sistemas IMT. Además, cualquier decisión debe ser acordada y coordinada en un organismo o escenario internacional. En este sentido, no se prevé en el corto y mediano plazo la utilización del rango atribuido a estos servicios por parte de las IMT.

- Para los servicios de Exploración de la Tierra por Satélite e Investigación Espacial no se conoce su ocupación, aunque como resultado de los estudios de compatibilidad podrían coexistir sin mayores problemas con sistemas IMT. Sin embargo, la nota internacional 5.340 prohíbe todas las emisiones en la banda 1400-1427 MHz y el *benchmark* presentado evidencia que todos los países analizados respetan en sus cuadros la mencionada nota.
- Los servicios móviles por satélite e IMT son altamente incompatibles, a tal grado que se conceptúa que no es posible el despliegue de sistemas IMT en bandas con servicio Móvil Satelital operativo. De esta forma, no se recomienda la coexistencia de los dos servicios en la misma banda de frecuencias.

Ahora bien, en el caso colombiano se tiene conocimiento de una baja ocupación por parte del servicio Fijo. En este sentido, se podría pensar que el rango con menos problemas para su identificación para IMT es 1427–1518 MHz.

Por otra parte, la UIT recomienda la atribución a radiodifusión por satélite en la banda 1452–1492 MHz. Sin embargo, en el (JTG4/5/6/7 - Anexo 7, 2013) se muestra un alto grado de compatibilidad entre este servicio e IMT.

Una vez revisado lo anterior, es conveniente resaltar que el rango 1427–1518 MHz es completamente compatible con las iniciativas de la industria sobre implementar *Supplemental Downlink* en 1452–1492 MHz.

Una canalización como la propuesta, proporcionaría cerca de 91 MHz de ancho de banda, lo que podría permitir la especificación de portadoras muy anchas, en LTE se podría llegar hasta 20 MHz. Lo anterior, mejoraría el desempeño de las redes y permitiría el curso de las necesidades previstas de tráfico de datos.

7.4.2 Tiempo de implementación

Conforme al pronóstico del espectro, obtenido en el Entregable 2 de este proyecto, con el espectro identificado actualmente para IMT, se podría suplir la demanda al menos hasta el 2019 en el escenario que se considera más probable.

De otra parte, el déficit de 86 MHz, pronosticado en el 2021 podría ser mitigado por otras bandas con menos ocupación, como la de 3300–3400 MHz (100 MHz).

Eso permitiría considerar el uso de la banda, si es identificada para IMT, con posterioridad al 2022 y con un costo de cero en la migración, de acuerdo con la información de la base de datos.

7.4.3 Compatibilidad

El JTG 4-5-6-7 establece los análisis de compatibilidad para la banda 1400-1600 MHz que se presentan a continuación.

- SETS - IMT



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Conforme a la nota internacional 5.338A en la banda de frecuencia 1427–1452 MHz, se aplica la (UIT - Resolución 750, 2012) que limita los niveles de potencia máxima de los servicios activos para garantizar la compatibilidad con el servicio de Exploración de la Tierra por Satélite (ver la Tabla 59 del Anexo)

- **Servicio Fijo - IMT**

Según el documento (JTG4/5/6/7 - Anexo 3, 2013) los estudios indicaron que la operación cocanal de estos servicios (Fijo-IMT) necesitaba distancias de coordinación de varias decenas de km, entre los transmisores del servicio IMT y los receptores del servicio fijo. Como resultado, al desplegar una red IMT ubicua sería muy difícil de mantener, aunque adicionalmente se podría especificar bandas de guarda para disminuir la distancia de coordinación y aplicar otras técnicas de mitigación como el filtrado adicional en los transmisores de IMT y/o en los receptores del servicio fijo.

- **Servicio Radioastronomía – IMT**

Se desarrolló el (CEPT - RAS/IMT, 2013) que trató el análisis de compatibilidad del servicio de radioastronomía con IMT en el rango de 410 MHz a 6 GHz. Como resultado se obtuvo que para garantizar la protección del servicio de radioastronomía en 1400–1427 MHz, para el caso de operación cocanal con sistemas IMT, se necesitaba una separación de decenas de km entre la estación de radioastronomía y la macrocelda rural de IMT en terreno plano.

En el caso de operar en bandas adyacentes, y con condiciones topográficas no planas, la distancia de coordinación podría ser menor.

- **Servicio Telemetría Aeronáutica – IMT**

Según el documento (JTG4/5/6/7 - Anexo 3, 2013) es necesario proteger los receptores de telemetría aeronáutica de la interferencia cocanal causada por las estaciones del servicio IMT, y esto resulta en distancias simuladas²⁹ de coordinación que exceden en general los 100 km.

Adicionalmente, la apertura de los lóbulos de las antenas de los sistemas aeronáuticos, conllevaría a que con despliegues muy densos (ubicuos) de IMT se tenga que aumentar aún más la distancia de coordinación.

- **Servicio Telemetría Aeronáutica – IMT**

Según el documento (JTG4/5/6/7 - Anexo 3, 2013), es necesario proteger los receptores de telemetría.

- **Servicio Móvil por Satélite – IMT**

No es posible un despliegue de IMT en coexistencia con servicios móviles satelitales, dado que la gran sensibilidad de los terminales móviles satelitales redundante en que las distancias

²⁹ Estudios realizados con base en (UIT - Recomendación P.1546, 2013) y (UIT - Recomendación P.452, 2013)



SC-CER285490



GP-CER285491

de coordinación sean del orden de 500 km. Además, se requiere 7505 km en distancia de coordinación entre estaciones terrenas y las estaciones base IMT.

7.5 Conclusiones y recomendaciones

7.5.1 Conclusiones

1. La banda bajo análisis incluye diez grupos de atribución diferentes en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012), incluyendo entre las atribuciones primarias: EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo), INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo), OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio), FIJO, Móvil, RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE, Móvil POR SATÉLITE (espacio-Tierra), RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA y RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE.
 - a. La nota internacional 5.340 prohíbe todas las emisiones en la banda 1400-1427 MHz.
2. Las atribuciones de Colombia, presentan diferencias respecto a las del Reglamento de Radio para la Región 2.
 - a. En el rango 1427-1492 MHz en Colombia la atribución primaria es únicamente para el servicio FIJO.
 - b. En el (ANE - CNABF, 2013) existen cuatro esquemas de canalización para el servicio Fijo en el rango de 1427-1530 MHz
 - c. La normatividad nacional citada en el (ANE - CNABF, 2013) para la banda bajo análisis no hace referencia a la misma.
3. De acuerdo con las bases de datos suministradas por la ANE, la ocupación se concentra en el servicio Fijo punto a punto y punto multipunto, en el rango de 1427-1530 MHz. En el resto de la banda, no se registra ocupación.
 - a. Los enlaces punto multipunto en los departamentos de Valle del Cauca, Cundinamarca y Norte de Santander.
 - b. Los enlaces punto a punto en Antioquia, Chocó, Valle del Cauca y en menor medida en Putumayo, Caquetá, Cesar, Quindío, Bolívar y Cundinamarca.
 - c. Los usuarios con asignaciones en la banda corresponden principalmente a empresas de telecomunicaciones. No se evidencian asignaciones para usuarios del Gobierno.
 - d. La mayor parte de los equipos instalados en la banda son marca NEC, Phillips y Alcatel.
 - e. De acuerdo con las respuestas a los cuestionarios enviados, hay interés en continuar la operación en la banda únicamente por parte de un operador, quien es el mayor usuario de esta. Otros usuarios de redes punto a punto manifestaron disposición para migrar a las bandas de 5 GHz, 7 GHz y 8 GHz.
 - f. El 100% de las asignaciones tendrían sus licencias vencidas para finales del 2022 con un margen de incertidumbre de 4,3% dado que parte de ellas no



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

registran fecha de vencimiento. Por tanto, no hay costo de migración a partir de dicho año.

4. Aunque existen especificaciones técnicas para esta banda, en la actualidad no hay equipos terminales de usuarios ni redes comerciales conocidas para el despliegue de servicios IMT.
5. Los servicios de Móvil por Satélite, Radioastronomía y Radionavegación Aeronáutica son altamente incompatibles con servicios IMT y una operación cocanal no sería fácil de lograr debido a la ubicuidad de los sistemas IMT y las grandes distancias de coordinación.
6. Se podría permitir la operación en cocanal de IMT con el servicio de Exploración de la Tierra por Satélite (pasiva), teniendo en cuenta la limitación en las emisiones no deseadas en el servicio Móvil (UIT - Resolución 750, 2012)
7. En caso de despliegues masivos de IMT, es difícil en condiciones prácticas lograr su convivencia cocanal con estaciones del servicio Fijo.
8. En el caso colombiano se tiene conocimiento de una baja ocupación por parte del servicio Fijo. En este sentido, se podría pensar que el rango con menos problemas para su identificación para IMT es 1427–1518 MHz.

7.5.2 Recomendaciones

1. No atribuir para operación cocanal los servicios de Radioastronomía, Radionavegación Aeronáutica y Móvil IMT.
2. Adoptar la (UIT - Resolución 750, 2012) para proteger el servicio de Exploración de la Tierra por Satélite.
3. Acatar la nota internacional 5.340 donde se prohíbe específicamente cualquier emisión en 1400–1427 MHz.
4. En caso de atribuir la banda a servicios IMT, no permitir la operación del servicio Fijo en la misma banda.
5. Favorecer durante el CMR-15 la iniciativa de uso de la banda 1427-1518 MHz para el despliegue de servicios IMT en el largo plazo, es decir con posterioridad al 2022.
6. Si durante la CMR-15 se logra un acuerdo sobre el uso futuro de la banda 1427-1518 MHz, se recomienda embargarla hasta el 2022 y en ese momento, cambiar la atribución de la banda para servicios móviles IMT.
 - a. De manera provisional y mientras la CMR-15 toma una decisión, se recomienda que cualquier renovación o nuevo permiso sea como máximo hasta el año 2021.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

7.6 Preguntas al sector

1. Si es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Ha presentado problemas de interferencia? Por favor describa.
 - b. ¿Tiene interés en seguir operando en la banda? ¿Qué servicios? ¿Hasta qué año?
2. Si no es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Considera que la posición de Colombia en la CMR-15 debe propender por una atribución que permita servicios IMT en el rango 1427-1518 MHz?
 - b. ¿Está interesado en que se subaste esta banda para servicios IMT? ¿En qué año?
3. Si es proveedor de equipos
 - a. ¿Tiene productos de equipamiento de red y/o terminales IMT en esta banda? Cúales? Por favor describa.
 - b. ¿Su *roadmap* tecnológico incluye el desarrollo de equipos IMT para esta banda? ¿En qué año?
 - c. ¿Tiene dispositivos de corto alcance en esta banda? Describa.
4. En general:
 - a. ¿Tiene comentarios en relación con las conclusiones y recomendaciones de esta banda?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 124 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

8 Análisis de banda 3300-3400 MHz

8.1 Análisis normativo

8.1.1 Atribución internacional

En la Tabla 38 se presenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda de 3300-3400 MHz, comprendida en la banda de 2700 a 4800 MHz, sugerido en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Tabla 38 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 3300-3400 MHz propuesto por la UIT

REGIÓN 1	REGIÓN 2	REGIÓN 3
3300-3400 MHz	3300-3400 MHz	3300-3400 MHz
RADIOLOCALIZACIÓN	RADIOLOCALIZACIÓN	RADIOLOCALIZACIÓN
	Aficionados	Aficionados
	Fijo	
	Móvil	
5.149 5.429 5.430	5.149	5.149 5.429

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

A continuación se realiza una transcripción de la nota de la UIT referente a la banda 3300-3400 MHz.

Tabla 39 Notas internacionales referentes a la banda 3300-3400 MHz

Nota RR	Descripción			
5.149	<p>Se insta a las administraciones a que, al hacer asignaciones a estaciones de otros servicios a los que están atribuidas las bandas:</p> <table border="1"> <tr> <td> 13 360-13 410 kHz, 25 550-25 670 kHz, 37,5-38,25 MHz, 73-74,6 MHz en las Regiones 1 y 3, 150,05-153 MHz en la Region 1, 322-328,6 MHz, 406,1-410 MHz, 608-614 MHz en las Regiones 1 y 3, 1 330-1 400 MHz, 1 610,6-1 613,8 MHz, 1 660-1 670 MHz, </td> <td> 4 950-4 990 MHz, 4 990-5 000 MHz, 6 650-6 675,2 MHz, 10,6-10,68 GHz, 14,47-14,5 GHz, 22,01-22,21 GHz, 22,21-22,5 GHz, 22,81-22,86 GHz, 23,07-23,12 GHz, 31,2-31,3 GHz, 31,5-31,8 GHz en las Regiones 1 y 3, 36,43-36,5 GHz, 42,5-43,5 GHz, </td> <td> 102-109,5 GHz, 111,8-114,25 GHz, 128,33-128,59 GHz, 129,23-129,49 GHz, 130-134 GHz, 136-148,5 GHz, 151,5-158,5 GHz, 168,59-168,93 GHz, 171,11-171,45 GHz, 172,31-172,65 GHz, 173,52-173,85 GHz, 195,75-196,15 GHz, 209-226 GHz, 241-250 GHz, </td> </tr> </table>	13 360-13 410 kHz, 25 550-25 670 kHz, 37,5-38,25 MHz, 73-74,6 MHz en las Regiones 1 y 3, 150,05-153 MHz en la Region 1, 322-328,6 MHz, 406,1-410 MHz, 608-614 MHz en las Regiones 1 y 3, 1 330-1 400 MHz, 1 610,6-1 613,8 MHz, 1 660-1 670 MHz,	4 950-4 990 MHz, 4 990-5 000 MHz, 6 650-6 675,2 MHz, 10,6-10,68 GHz, 14,47-14,5 GHz, 22,01-22,21 GHz, 22,21-22,5 GHz, 22,81-22,86 GHz, 23,07-23,12 GHz, 31,2-31,3 GHz, 31,5-31,8 GHz en las Regiones 1 y 3, 36,43-36,5 GHz, 42,5-43,5 GHz,	102-109,5 GHz, 111,8-114,25 GHz, 128,33-128,59 GHz, 129,23-129,49 GHz, 130-134 GHz, 136-148,5 GHz, 151,5-158,5 GHz, 168,59-168,93 GHz, 171,11-171,45 GHz, 172,31-172,65 GHz, 173,52-173,85 GHz, 195,75-196,15 GHz, 209-226 GHz, 241-250 GHz,
13 360-13 410 kHz, 25 550-25 670 kHz, 37,5-38,25 MHz, 73-74,6 MHz en las Regiones 1 y 3, 150,05-153 MHz en la Region 1, 322-328,6 MHz, 406,1-410 MHz, 608-614 MHz en las Regiones 1 y 3, 1 330-1 400 MHz, 1 610,6-1 613,8 MHz, 1 660-1 670 MHz,	4 950-4 990 MHz, 4 990-5 000 MHz, 6 650-6 675,2 MHz, 10,6-10,68 GHz, 14,47-14,5 GHz, 22,01-22,21 GHz, 22,21-22,5 GHz, 22,81-22,86 GHz, 23,07-23,12 GHz, 31,2-31,3 GHz, 31,5-31,8 GHz en las Regiones 1 y 3, 36,43-36,5 GHz, 42,5-43,5 GHz,	102-109,5 GHz, 111,8-114,25 GHz, 128,33-128,59 GHz, 129,23-129,49 GHz, 130-134 GHz, 136-148,5 GHz, 151,5-158,5 GHz, 168,59-168,93 GHz, 171,11-171,45 GHz, 172,31-172,65 GHz, 173,52-173,85 GHz, 195,75-196,15 GHz, 209-226 GHz, 241-250 GHz,		

Nota nacional	Descripción
	<p>Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (1) (2) (3) (4) (5) (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> (1). Resolución 473 de 23 de abril del 2010 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente por parte del público en general mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia. Derogó la Resolución 797 de 2001. (2). Resolución 1520 del 2002 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente para la operación de teléfonos inalámbricos que se conecten a la RTPC; siempre y cuando operen en recintos cerrados, sean de baja potencia y corto alcance. (3). Resolución 2190 de 2003 atribuyó frecuencias para ser utilizadas libremente en los radios portátiles de operación itinerante; siempre y cuando se respeten los límites de intensidad de campo del artículo 3º de la citada resolución. (4). Resolución 689 de 2004 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre en la prestación de servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local. Resolución 1689 de 2007 derogó el Artículo 9. (5). Resolución 2544 de 2009 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen <i>spread spectrum</i>, modulación digital, banda ancha y baja potencia. (6). Resolución 1689 de 2007, "Por la cual se modifica la Resolución 689 del 21 de abril del 2004" - derogó el Artículo 9 de la Resolución 689 de 2004.
<p>CLM12 – MOD 2013</p>	<p>Se adopta la atribución recomendada por UIT para la Región 2 y los planes de banda LF/MF/HF de la Unión Internacional de Radioaficionados Región II (IARU Región II). Este servicio cuenta con reglamentación especial expedida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (7)</p> <ul style="list-style-type: none"> (7). Decreto 2058 de 1995 reglamentó las bandas de frecuencias del servicio de aficionados. Decreto 2765 de 1997 modificó parcialmente el Decreto 2058 de 1995. Decreto 963 del 20 de marzo de 2009 reglamentó bandas de frecuencias del servicio de aficionados

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

8.2 Análisis de ocupación y uso

De acuerdo con la información suministrada por la Agencia Nacional del Espectro, actualmente no existen registros de licencias asignadas en el rango de espectro comprendido entre 3300 MHz y 3400 MHz. Por lo tanto, se asume que las frecuencias en esta banda del espectro no están siendo ocupadas por algún licenciatarario.

8.2.1 Análisis de ocupación

No aplica para esta banda.

8.2.2 Análisis de uso

Esta banda se encuentra protegida de interferencia a través de la (MinTIC - Resolución 473, 2010), ya que se prohíbe el uso de aparatos y dispositivos para radiocomunicaciones de corto alcance, RCA y aplicaciones de operación momentánea .

8.2.3 Interés de los actuales operadores en la banda

No aplica para esta banda.

8.2.4 Interés de eventuales operadores de IMT en la banda

No se conoce de interés específico de ningún operador en Colombia para la prestación de servicios IMT en la banda.

8.2.5 Inventario de licencias

No aplica para esta banda.

8.2.6 Inventario de equipos

No aplica para esta banda.

8.3 Análisis técnico de la banda

8.3.1 Recomendaciones internacionales

- **Recomendaciones de la UIT**

En el ítem 1.1 del orden del día de la CMR-15 de la (UIT - Resolución 1343, 2012) (conocido internacionalmente como *Agenda Item 1.1* o A1.1), se considera “examinar atribuciones adicionales de espectro al servicio móvil a título primario e identificar bandas de frecuencias adicionales para las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) así como las disposiciones transitorias conexas, para facilitar el desarrollo de aplicaciones terrenales móviles de banda ancha, de conformidad con la Resolución 233 (CMR-12)”.

La preparación del ítem 1.1 recayó en los Grupos de Trabajo Mixtos (GTM) 4A, 4B y 4C, más conocidos por sus nombres en inglés *Joint Task Group* (JTG).

- **Grupos de estudio**

En la Sección 10.2.6 se describe la conformación y función de los grupos de trabajo UIT que preparan el ítem 1.1 de la CMR-15

En el documento (JTG4/5/6/7 - Anexo 6, 2013) se incluyen los avances sobre estudios de compatibilidades y compartición de bandas de frecuencias para diferentes servicios, presentados por el grupo mediante documentos adjuntos (“*attachments*”) relacionados con el punto 1.1 del Orden del Día y correspondientes a los servicios terrestres de la CMR-15.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Específicamente el documento relacionado con esta banda es el Adjunto 6 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 6, 2013), el cual es un reporte de trabajo sobre la compartición entre los sistemas IMT y radar en la banda de 3300–3400 MHz para el punto 1.1 de la Agenda de la CMR-15.

8.3.2 Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda

- **Reino Unido**

Este análisis se realizó teniendo en cuenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias del Reino Unido contenido en (OfCom - UKFT , 2013).

La banda está atribuida de manera primaria al servicio de RADIOLOCALIZACIÓN, y la nota internacional 5.149 le otorga una protección especial al servicio de RADIOASTRONOMÍA en las subbandas 3332–3339 MHz y 3345,8–3352,5 MHz.

Respecto a los dispositivos de corto alcance, no es permitido operarlos en esta banda.

- **Australia**

Este análisis se realizó teniendo en cuenta el Plan de Espectro Australiano contenido en (ACMA - ARFSP 2013, 2013).

La banda está atribuida a título primario al servicio de RADIOLOCALIZACIÓN, y a título secundario a los servicios de Aficionados, Fijo y Móvil.

La nota internacional 5.149 le otorga una protección especial al servicio de RADIOASTRONOMÍA en las subbandas 3332–3339 MHz y 3345,8–3352,5 MHz.

Por otra parte la nota nacional AUS100A, especifica que el servicio de Radiolocalización es de uso militar por parte del Departamento de Defensa de Australia.

Respecto a los dispositivos de corto alcance, solo es permitido su uso por dispositivos RFID.

- **Estados Unidos**

Este análisis se realizó teniendo en cuenta el Código Electrónico de Reglamentos Federales contenido en (FCC - CFR Part 47, 2014). En Estados Unidos el uso del espectro se clasifica en federal regulado por la FCC, y el no federal regulado por la NTIA.

- ✓ **Uso federal**

La banda 3300–3500 MHz está atribuida a título primario al servicio de RADIOLOCALIZACIÓN y está afectada solamente por las notas nacionales:

- US108, la banda de 3300–3500 podrá ser autorizada para uso federal o no federal en operaciones de campo, bajo título secundario frente a otras operaciones federales de radiolocalización de carácter primario.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- US342, proporciona una directiva de protección al servicio de Radioastronomía presente en las bandas 3332–3339 MHz, 3345,8–3352,5 MHz.

✓ **Uso no federal**

La banda 3300–3500 MHz está atribuida solamente a título secundario a los servicios de Aficionados y Radiolocalización, afectada por las mismas notas nacionales que cobijan el uso federal y adicionalmente por la nota internacional 5.282 que autoriza el uso por parte de aficionados de 3400–3410 MHz, subbanda fuera del rango analizado.

Por otra parte, de acuerdo con (FCC - CFR Part 47, 2014), no se permite la operación de dispositivos de corto alcance en las subbandas 3332–3339 MHz y 3345,8–3358 MHz.

8.3.3 Desarrollos tecnológicos

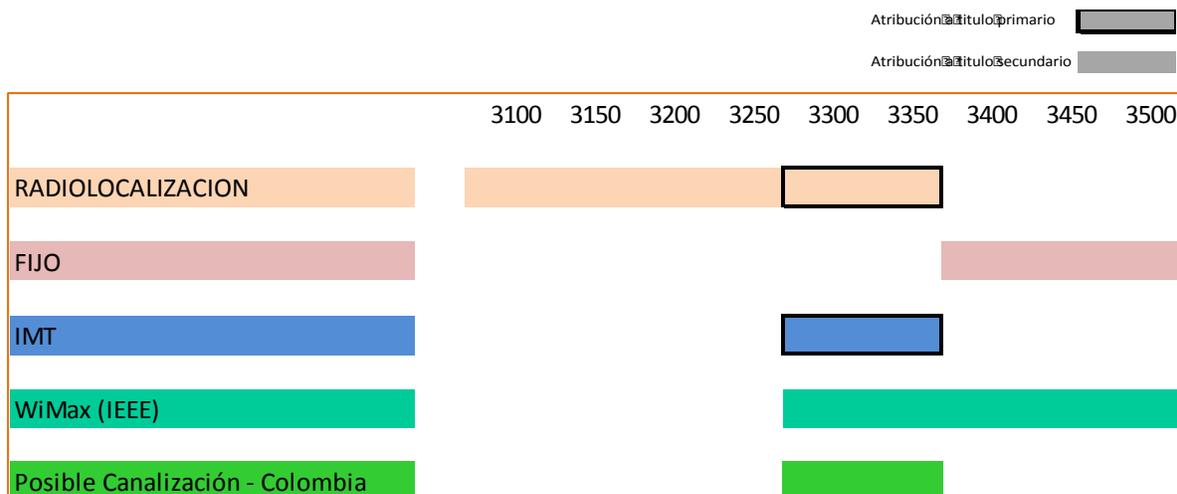
Ver las secciones 10.2.3, 10.2.4 y 10.2.5.

8.4 Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia

8.4.1 Esquema técnico de canalización

Una posible canalización para IMT en la banda 3300-3400 MHz se presenta en la Figura 38.

Figura 38 Análisis de una posible canalización para IMT de la banda 3300–3400 MHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

De acuerdo con la Figura 38 y dado que no se conoce la ocupación de esta banda por radares (radiolocalización), los estudios realizados por JTG4/5/6/7 muestran la posibilidad de realizar despliegues IMT basados en celdas pequeñas con distancias de coordinación muy cortas (centenares de metros). De esta manera, despliegues en celdas pequeñas en

esta banda podrían ser factibles y permitirían cursar parte del incremento del tráfico esperado.

Para la banda 3300-3400 MHz se cuenta con las especificaciones de WiMAX, que permite portadoras con anchos de banda hasta de 20 MHz, y aunque actualmente no existe alguna especificación por parte de 3GPP para LTE, el ancho de banda disponible permite predecir que en caso de especificarse también permitirá portadoras de 20 MHz, ya que se cuenta con cerca de 100 MHz de espectro total.

8.4.2 Tiempo de implementación

En caso que esta banda sea identificada por la CMR-15 para IMT y considerando que según la información disponible, no registra ocupación, el tiempo de implementación en Colombia puede darse en el mediano plazo; es decir, a partir del 2020, siempre y cuando se haya desarrollado un adecuado ecosistema móvil para dicha banda entre el 2015 y el 2020.

De esa forma, la banda de 3300-3400 MHz podría ayudar a cubrir el posible déficit de oferta de espectro móvil que se pueda presentar en Colombia a partir del 2020 en el escenario que se considera más probable de acuerdo con los análisis del presente estudio. Ver (Tachyon - E3 Banda 3300-3400, 2013).

8.4.3 Compatibilidad

La banda 3300-3400 MHz está atribuida a Radiolocalización, y es afectada por la nota internacional 5.149 que insta a la protección del servicio de Radioastronomía en 3332–3339 MHz y 3345,8–3352,5 MHz.

Se desarrolló el (CEPT - RAS/IMT, 2013) que trató el análisis de compatibilidad del servicio de radioastronomía con IMT en el rango de 410 MHz a 6 GHz. Como resultado se obtuvo que para garantizar la protección del servicio de radioastronomía en 3300–3400 MHz, para el caso de operación cocanal con sistemas IMT, se necesitaría una separación de decenas de km entre la estación de radioastronomía y la macrocelda rural de IMT en terreno plano.

8.5 Conclusiones y recomendaciones

8.5.1 Conclusiones

1. La banda bajo análisis está atribuida a título primario al servicio de RADIOLOCALIZACIÓN en las tres Regiones de la UIT.
 - a. En la Región 2, la banda también está atribuida a título secundario a los servicios de Aficionados, Fijo y Móvil
2. La atribución del servicio en Colombia, está acorte con el artículo cinco del reglamento de radiocomunicaciones –RR–.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3. De acuerdo con la información suministrada por la Agencia Nacional del Espectro, actualmente no existen registros de licencias asignadas en el rango de espectro comprendido entre 3300 MHz y 3400 MHz.
4. WiMAX es la única tecnología IMT que actualmente está especificada y tiene equipos disponibles para la banda 3300–3400 MHz, que permite portadoras con anchos de banda hasta de 20 MHz.
5. Los estudios realizados por JTG4/5/6/7 para el análisis de compatibilidad con el servicio de Radiolocalización, muestran la posibilidad de realizar despliegues IMT basados en celdas pequeñas con distancias de coordinación muy cortas (centenares de metros). De esta manera, despliegues en celdas pequeñas en esta banda podrían ser factibles.
6. Adicionalmente, para garantizar la protección del servicio de Radioastronomía en 3300–3400 MHz, para el caso de operación cocanal con sistemas IMT, se necesitaría una separación de decenas de km entre la estación de radioastronomía y la macrocelda rural de IMT en terreno plano.

8.5.2 Recomendaciones

1. Favorecer durante la CMR-15 la iniciativa de uso de la banda 3300-3400 MHz para el despliegue de servicios IMT en el largo plazo, es decir con posterioridad al 2022.
2. Si durante la CMR-15 se logra un acuerdo sobre el uso futuro de la banda 3300-3400 MHz, se recomienda la revisión de la utilización por parte del servicio de Radiolocalización y Radioastronomía, y en todo caso evaluar la posibilidad de operación cocanal de la banda para permitir posibles futuros desarrollos de estos servicios en el país.

8.6 Preguntas al sector

1. Si es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Tiene algún sistema/red operativa en esta banda? Por favor describa y provea amplios detalles sobre el servicio que presta en la banda e indique bajo que licencia.
2. Si no es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Considera que la posición de Colombia en la CMR-15 debe propender por una atribución que permita servicios IMT en el rango 3300-3400 MHz?
 - b. ¿Está interesado en que se subaste esta banda para servicios IMT? ¿En qué año?
3. Si es proveedor de equipos
 - a. ¿Tiene productos de equipamiento de red y/o terminales IMT para esta banda? ¿Cuáles? Por favor describa.



- b. ¿Su *roadmap* tecnológico incluye el desarrollo de equipos IMT para esta banda? ¿En qué año?
4. En general:
- a. ¿Tiene comentarios en relación con las conclusiones y recomendaciones de esta banda?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 133 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

9 Análisis de banda 3600-3800 MHz

9.1 Análisis normativo

9.1.1 Atribución internacional

En la Tabla 42 se presenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda de 3600-3800 MHz, comprendida en la banda de 3600 a 4200 MHz, sugerido en el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012).

Tabla 42 Cuadro de Atribución de Frecuencias para la banda 3600-3800 MHz propuesto por la UIT

Región 1	Región 2	Región 3
3600-4200 MHz FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil	3500-3700 MHz FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización 5.433	3600-3700 MHz FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización 5.435
	3700-4200 MHz FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico	3700-4200 MHz FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

A continuación se realiza una transcripción de la nota de la UIT referente a la banda 3600-3800 MHz.

Tabla 43 Notas internacionales referentes a la banda 3600-3800 MHz

Nota RR	Descripción
5.433	En las Regiones 2 y 3, la banda 3400-3600 MHz se atribuye al servicio de radiolocalización a título primario. Sin embargo, se insta a todas las administraciones que explotan sistemas de radiolocalización en esta banda a que cesen de hacerlo antes de 1985; a partir de este momento, las administraciones deberán tomar todas las medidas prácticamente posibles para proteger el servicio fijo por satélite, sin imponerse a este último servicio condiciones en materia de coordinac

Fuente: (UIT - Reglamento Radiocomunicaciones, 2012)



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

9.1.2 Atribución nacional vigente

La atribución de la banda 3600-3800 MHz en Colombia se presenta en la Tabla 44, y la definición de algunos servicios radioeléctricos se encuentra en la Sección 10.2.1.

Tabla 44 CNABF referente a la banda de frecuencia 3600-3800 MHz

Región 2	Colombia	Notas nacionales
3500 - 3700 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización 5.433	3500 - 3700 FIJO	CLM 5 CLM 71 CLM 74
3700 - 4200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico	3700 - 4200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico	CLM 5 CLM 74 CLM 98

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

En la Tabla 45 se presentan las notas nacionales CLM que son aplicables para la banda 3600-3800 MHz.

Tabla 45 Notas nacionales aplicables a la banda 3600-3800 MHz

Nota nacional	Descripción
CLM5 – MOD 2013	<p>Se permite el uso libre de las bandas de frecuencias definidas en las resoluciones 1520 de 2002, 2190 de 2003, 689 de 2004, 1689 de 2007, 2544 de 2009 y 473 de 2010 expedidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por parte del público en general, siempre y cuando se respeten los rangos de frecuencias, las aplicaciones y las condiciones técnicas y operativas que las mismas resoluciones establecen. Se prohíbe la utilización de aparatos y dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance (RCA) en las bandas especificadas en el artículo 6 de la resolución 473 de 2010 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (1) (2) (3) (4) (5) (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> (1). Resolución 473 de 23 de abril del 2010 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente por parte del público en general mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia. Derogó la Resolución 797 de 2001. (2). Resolución 1520 del 2002 atribuyó bandas de frecuencias para ser utilizadas libremente para la operación de teléfonos inalámbricos que se conecten a la RTPC; siempre y cuando operen en recintos cerrados, sean de baja potencia y corto alcance. (3). Resolución 2190 de 2003 atribuyó frecuencias para ser utilizadas

Nota nacional	Descripción																																	
	<p>libremente en los radios portátiles de operación itinerante; siempre y cuando se respeten los límites de intensidad de campo del artículo 3º de la citada resolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> (4). Resolución 689 de 2004 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre en la prestación de servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local. Resolución 1689 de 2007 derogó el Artículo 9. (5). Resolución 2544 de 2009 atribuyó bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que empleen <i>spread spectrum</i>, modulación digital, banda ancha y baja potencia. (6). Resolución 1689 de 2007, “Por la cual se modifica la Resolución 689 del 21 de abril del 2004” - derogó el Artículo 9 de la Resolución 689 de 2004. 																																	
<p>CLM71 – MOD 2013</p>	<p>Podrá utilizarse la banda 3400 – 3600 MHz para la operación de sistemas de Distribución Punto a Punto y Punto Multipunto para Acceso de Banda Ancha Inalámbrica, según lo dispuesto en las resoluciones 2064 y 2070 de 2005 y resolución 1449 de 2006. (31) (32) (33).</p> <ul style="list-style-type: none"> (31). Resolución 2064 del 15 de septiembre del 2005 atribuyó al servicio fijo bandas de frecuencias para la operación de los sistemas de Distribución Punto a Punto y Punto Multipunto para Acceso de Banda Ancha Inalámbrica. (32). Resolución 2070 del 2005 adoptó medidas para establecer el correcto y racional uso del espectro radioeléctrico en bandas atribuidas por Resolución 2064 del 2005 y estableció tope máximo de espectro radioeléctrico asignado por operador en 42 MHz. <p>(33). Resolución 1449 de 22 de junio del 2006 adoptó medidas para establecer el uso correcto, eficiente y racional del espectro radioeléctrico en bandas atribuidas por la Resolución 2064 de 2005 y derogó el Artículo 10 de la Resolución 2070 del 2005.</p>																																	
<p>CLM74 – MOD 2013</p>	<p>Se adoptan los planes de distribución de canales radioeléctricos para el servicio fijo, de acuerdo con las Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en las siguientes bandas de frecuencias:</p> <table border="1" data-bbox="553 1430 1341 1837"> <thead> <tr> <th>Banda (GHz)</th> <th>Plan de distribución de canales</th> <th>Recomendación UIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Tabla 57 Tabla 58</td> <td>REC.UIT–R F.382 REC.UIT–R F.635</td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td>Tablas 59 – 63</td> <td>REC.UIT–R F.1099</td> </tr> <tr> <td>L6</td> <td>Tabla 64</td> <td>REC.UIT–R F.383</td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td>Tabla 65</td> <td>REC.UIT–R F.384</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Tablas 66 – 68</td> <td>REC.UIT–R F.385</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Tablas 69 – 72</td> <td>REC.UIT–R F.386</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Tabla 73</td> <td>REC.UIT–R F.747</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Tablas 74 – 76</td> <td>REC.UIT–R F.387</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Tablas 77 – 79</td> <td>REC.UIT–R F.497</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Tabla 80</td> <td>REC.UIT–R F.636</td> </tr> </tbody> </table>	Banda (GHz)	Plan de distribución de canales	Recomendación UIT	4	Tabla 57 Tabla 58	REC.UIT–R F.382 REC.UIT–R F.635	U4	Tablas 59 – 63	REC.UIT–R F.1099	L6	Tabla 64	REC.UIT–R F.383	U6	Tabla 65	REC.UIT–R F.384	7	Tablas 66 – 68	REC.UIT–R F.385	8	Tablas 69 – 72	REC.UIT–R F.386	10	Tabla 73	REC.UIT–R F.747	11	Tablas 74 – 76	REC.UIT–R F.387	13	Tablas 77 – 79	REC.UIT–R F.497	15	Tabla 80	REC.UIT–R F.636
Banda (GHz)	Plan de distribución de canales	Recomendación UIT																																
4	Tabla 57 Tabla 58	REC.UIT–R F.382 REC.UIT–R F.635																																
U4	Tablas 59 – 63	REC.UIT–R F.1099																																
L6	Tabla 64	REC.UIT–R F.383																																
U6	Tabla 65	REC.UIT–R F.384																																
7	Tablas 66 – 68	REC.UIT–R F.385																																
8	Tablas 69 – 72	REC.UIT–R F.386																																
10	Tabla 73	REC.UIT–R F.747																																
11	Tablas 74 – 76	REC.UIT–R F.387																																
13	Tablas 77 – 79	REC.UIT–R F.497																																
15	Tabla 80	REC.UIT–R F.636																																



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción		
	18	Tablas 81 – 84	REC.UIT–R F.595
	23	Tablas 85 – 86	REC.UIT–R F.637
	27	Tablas 87 – 92	REC.UIT–R F.748
	38	Tablas 94 – 95	REC.UIT–R F.749
	52	Tablas 96 – 100	REC.UIT–R F.1496
	57	Tablas 101 - 112	REC.UIT–R F.1497
	Las bandas de frecuencias de la tabla anterior se encuentran denominadas de acuerdo con la (UIT-R -F.746, 2012).		
CLM98 – NUEVA 2013	En todas las bandas de frecuencia por encima de 1 GHz que compartan atribución primaria entre servicios terrenales y espaciales se debe dar cumplimiento a lo descrito en el Artículo 21 de Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.		

Fuente: (ANE - CNABF, 2013)

9.2 Análisis de ocupación y uso

Se recibió una (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013) por parte de la ANE y se asume que esta cumple con las características descritas en la Sección 10.2.2.

9.2.1 Análisis de ocupación

Para este análisis, se toma en cuenta la canalización de las bandas siguiendo los planes de distribución de canales de acuerdo a la normatividad del (ANE - CNABF, 2013), específicamente la distribución de canales para la banda de 4 GHz estipulada en la nota nacional CLM74 – MOD 2013 que adopta de la recomendación (UIT - Rec. ITU-R F.635-7, 2013), lo contemplado en el Numeral 1 del Anexo 1. De acuerdo a esta recomendación, se utiliza un ancho de banda de canal de 40 MHz y separación central de 80 MHz, en donde se puede hacer reuso de la banda con polarización dual de cocanal (CCDP).

En la Tabla 46 se presenta un resumen del nivel de uso de la banda por departamento. En la Figura 39, se observa la cantidad de canales ocupados en cada departamento, este valor se utiliza para determinar el porcentaje de ocupación con respecto a los cinco canales que constituyen la banda de 3600 a 3800 MHz pareado con 3920 a 4120 MHz; es decir, que el 100% corresponde a un ancho total de 2X200 MHz. En general, reuniendo los diez departamentos con ocupación, se están utilizando los cinco canales de la banda.

También se compara el nivel de ocupación con la densidad de asignaciones de frecuencia a equipos, para lo cual se tiene en cuenta el área que circunscribe la región geográfica. Esto corresponde al indicador [Asignaciones/MHz/km²] y permite estimar el nivel de concentración de asignaciones en un área determinada en proporción al ancho de la banda analizada. Se contrasta esta variable con el valor de la densidad poblacional, que puede ser útil en el caso de un posterior estudio de la demanda de espectro.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

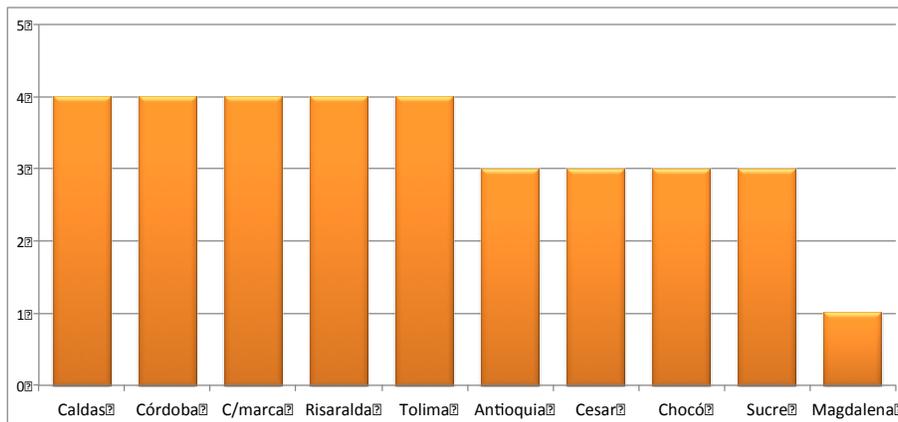
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 39 Cantidad de canales ocupados por departamento en la banda 3,6-3,8 GHz



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013)

Tabla 46 Ocupación por departamento en la banda de 3,6-3,8 GHz

Departamento	Superficie [km ²]	Densidad poblacional [Hab/km ²]	Cantidad de canales	Porcentaje de ocupación	Cantidad de Asignaciones a equipos	Asignaciones/ MHz/km ²
Cundinamarca + Bogotá D.C.	24.220	424	4	80%	18	1,86E-06
Cesar	22.905	54	3	60%	7	7,64E-07
Córdoba	25.020	66	4	80%	7	6,99E-07
Caldas	7.888	125	4	80%	6	1,90E-06
Risaralda	4.140	227	4	80%	6	3,62E-06
Tolima	23.562	11	4	80%	4	4,24E-07
Antioquia	63.612	99	3	60%	3	1,18E-07
Chocó	46.530	11	3	60%	3	1,61E-07
Sucre	10.917	103	3	60%	3	6,87E-07
Magdalena	23.188	53	1	20%	1	1,08E-07

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013)

9.2.2 Análisis de uso

- Ocupación de la banda por parte de usuarios licenciados**

Las licencias para el uso de la banda 3600-3800 MHz, han sido concedidas a dos empresas de telecomunicaciones que actualmente utilizan este espectro para servicios fijos de radioenlaces por microondas. En total se calculan 30 radioenlaces desplegados sobre 19 ciudades de Colombia.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- **Ocupación de la banda por parte de usuarios no licenciados**

De acuerdo a la revisión de las normas colombianas, se debe tener en cuenta que el uso libre de la banda 3,6-3,8 GHz solamente está autorizado en dispositivos de operación momentánea con límite de potencia de 47μW o intensidad de campo máximo de 12500 μV/m, según el Artículo 4.2 de (MinTIC - Resolución 473, 2010).

9.2.3 Interés de los actuales operadores en la banda

Un operador de telecomunicaciones manifestó que requiere seguir haciendo uso del mismo espectro asignado; ya que, luego de revisar los planes técnicos para los equipos y servicios en esta banda, concluyeron que no existen planes a corto o mediano plazo para el reemplazo de los quipos que utilizan actualmente.

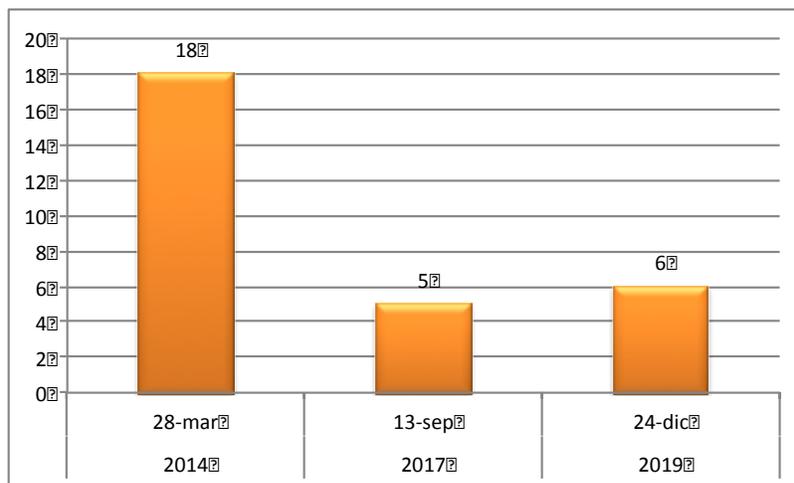
9.2.4 Interés de eventuales operadores de IMT en la banda

No se conoce un interés específico de algún operador en Colombia para la prestación de servicios IMT en la banda.

9.2.5 Inventario de licencias

De acuerdo con la (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013) en la Figura 40 se muestra la cantidad de asignaciones según la fecha de vencimiento de la licencia, y en la Figura 41 se presenta la forma acumulada de dicha cantidad a través de los años desde el 2014 hasta el 2019, año en que se espera que la banda quede libre de licencias, y así realizar una reasignación de acuerdo a nuevos planes propuestos.

Figura 40 Cantidad de radioenlaces con licencia a expirar en la fecha indicada

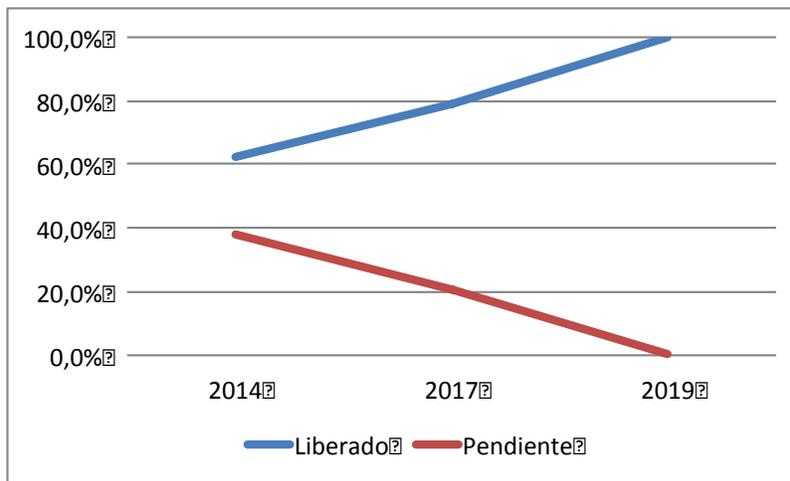


Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013)

De acuerdo con la Figura 40 y Figura 41, se observa que en el 2014 una gran cantidad de asignaciones finalizarán y al iniciar el 2015 más del 62% de las asignaciones a radioenlaces estarán inactivas. Al terminar el 2017 se tendrá fuera de operación más del 79% de las

asignaciones y un 100% para finales del 2019 asumiendo que no se realizarán renovaciones.

Figura 41 Cantidad porcentual acumulado de radioenlaces liberados al finalizar el año

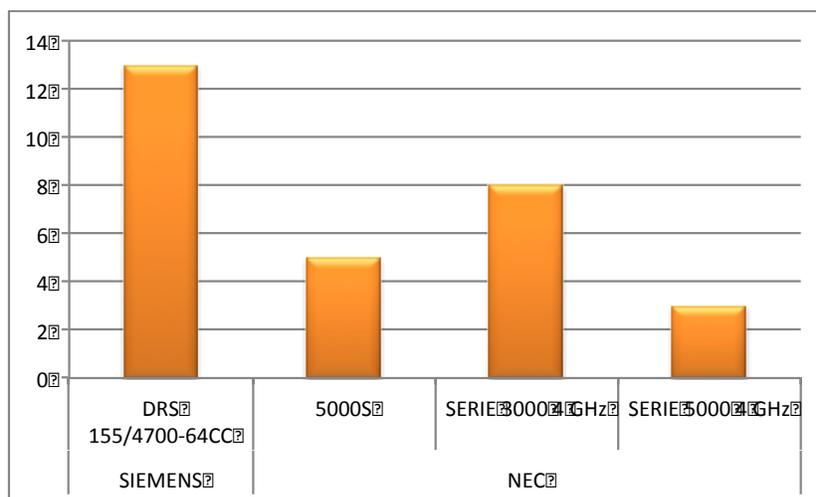


Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013)

9.2.6 Inventario de equipos

De acuerdo con la base de datos (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013) en la Figura 42 se presenta el inventario de equipos según marca y modelo. En total se contaron 29 radioenlaces, de los cuales 16 son marca NEC (series 3000 y 5000 para 4 GHz) y 13 Siemens.

Figura 42 Cantidad de radioenlaces registrados según marca y modelo



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda. a partir de (ANE - BD 3,6-3,8 GHz, 2013)

- **Descripción técnica de los equipos**



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

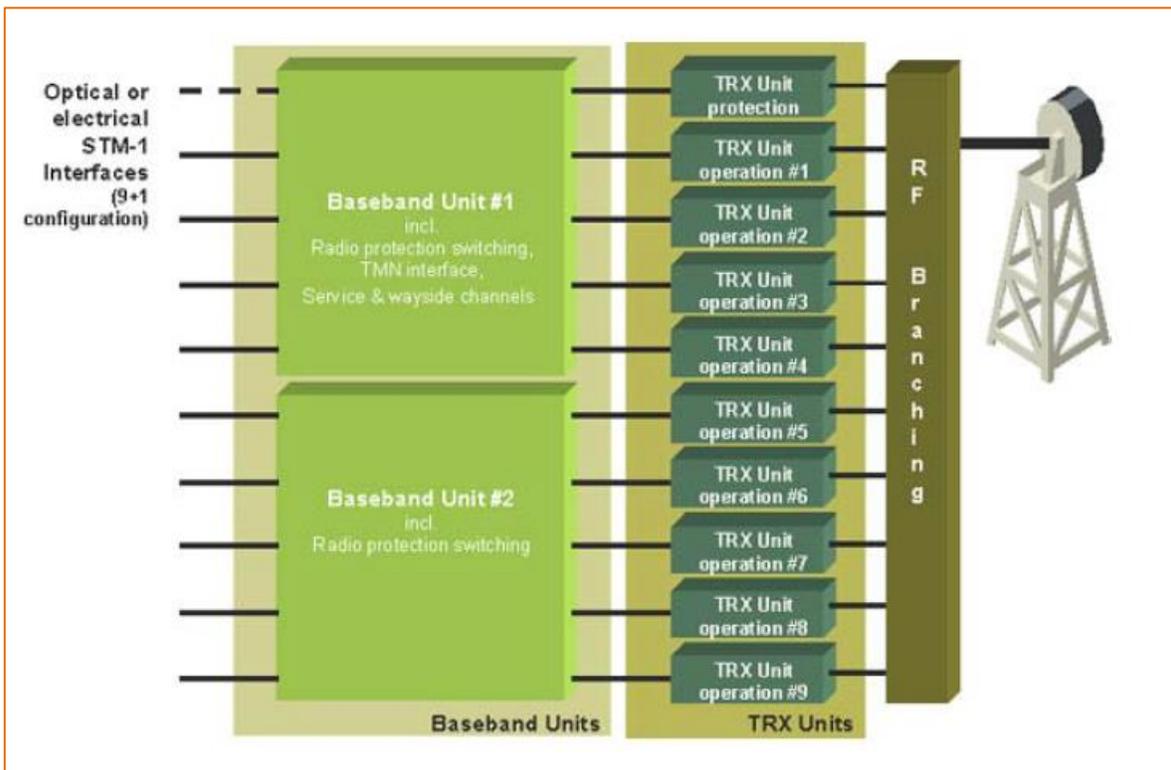
Fax: (57+1) 6000090

De acuerdo a los análisis realizados, los equipos que utilizan esta banda corresponden a radioenlaces microondas punto a punto. Básicamente, se utiliza la línea de la marca NEC y el modelo DRS 155 de Marconi-Siemens.

De la línea NEC, el modelo que se encuentra actualmente en el mercado es la serie 5000S, cuyo sistema se conoce técnicamente como SDH *Microwave Radio Systems*. Es un sistema de enlace microondas digital síncrono, de largo alcance '*long-haul*' y alta capacidad '*high capacity*'.

En cuanto a los radioenlaces Marconi, se conoce que también son sistemas microondas SDH *long-haul*. La arquitectura del sistema consta de tres componentes: filtros de canal RF (RF *Branching*), Unidad *Transceiver* (TRXU) y Unidad banda base (BBU). Las unidades son dependientes de la frecuencia excepto la BBU. En la Figura 43 se observa un diagrama de la arquitectura interna del sistema.

Figura 43 Arquitectura del sistema radioenlace microondas Marconi



Fuente: (Ericsson-Marconi - Long Haul, 2006)

9.3 Análisis técnico de la banda

9.3.1 Recomendaciones internacionales

- Recomendaciones de la UIT

En el ítem 1.1 del orden del día de la CMR-15 de la (UIT - Resolución 1343, 2012) (conocido internacionalmente como *Agenda Item 1.1* o A1.1), se considera “examinar atribuciones adicionales de espectro al servicio móvil a título primario e identificar bandas de frecuencias adicionales para las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) así como las disposiciones transitorias conexas, para facilitar el desarrollo de aplicaciones terrenales móviles de banda ancha, de conformidad con la Resolución 233 (CMR-12)”.

La preparación del ítem 1.1 recayó en los Grupos de Trabajo Mixtos (GTM) 4A, 4B y 4C, más conocidos por sus nombres en inglés *Joint Task Group* (JTG).

- **Grupos de estudio**

En la Sección 10.2.6 se describe la conformación y función de los grupos de trabajo UIT que preparan el ítem 1.1 de la CMR-15

En el documento (JTG4/5/6/7 - Anexo 7, 2013) se incluyen los avances sobre estudios de compatibilidades y compartición de bandas de frecuencias para diferentes servicios, presentados por el grupo mediante documentos adjuntos (“*attachments*”) relacionados con el punto 1.1 del Orden del Día y correspondientes a los servicios terrestres de la CMR-15.

El Adjunto 3 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 7, 2013) es el marco para el documento borrador del nuevo reporte ITU-R [C-BAND DOWNLINK] “Estudios de compartición entre los sistemas IMT-Avanzados y las redes de satélites geoestacionarios del servicio Fijo por Satélite en las bandas de frecuencias 3400–4200 MHz y 4500–4800 MHz en el estudio liderado por CMR.”

9.3.2 Referencias de prácticas regulatorias sobre el uso de la banda

La protección internacional de las estaciones terrenas del servicio FSS y su coordinación se rigen por el (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012), a través de los numerales 9.17 y 9.18. Le corresponde a cada administración decidir qué estaciones, dentro de su propio territorio, desea proteger en conformidad con el Reglamento de Radio.

La banda 3600-3800 MHz es de interés para el uso de sistemas IMT-*Advanced* dado su tamaño en el que podrían acomodarse estos sistemas que se caracterizan por requerir un gran ancho de banda y una capacidad significativa, siguiendo los requerimientos de espectro estimados por la UIT (UIT - Reporte M.2078, 2006). El uso de estas bandas podría facilitar la convergencia entre sistemas celulares y sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha, que ya han sido desplegados en algunos países usando el segmento inferior de la banda 3400-4200 MHz.

- **(UIT - Reporte M.2109, 2007)**

Durante los trabajos preparatorios para la CMR-07 las bandas de frecuencias 3400-4200 MHz y 4400-4990 MHz fueron consideradas como las candidatas para el futuro desarrollo



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

de la componente terrenal de los sistemas *IMT-Advanced* e *IMT-2000*, entendiendo que el uso de estas bandas se limitará a la componente terrenal de las *IMT-Advanced*.

Algunas conclusiones del (UIT - Reporte M.2109, 2007):

- ✓ Se han realizado estudios de compartición para evaluar la viabilidad técnica del despliegue de sistemas *IMT-Advanced* en las bandas 3400-4200 MHz y 4500-4800 MHz, que son utilizadas por el servicio Fijo por Satélite (entre otros servicios).
- ✓ Para proporcionar protección a las estaciones terrenas receptoras del FSS, se requiere una distancia de separación con respecto a las estaciones de la red móvil terrenal. La distancia de separación depende de los parámetros de las redes y del despliegue de los dos servicios.
- ✓ Aunque los estudios tienen diferencias en los supuestos y metodologías, todos ellos muestran que no es factible la compartición, entre una estación terrena del FSS y una de *IMT-Advanced*, dentro de la zona demarcada por las distancias mínimas de separación requerida para cada *azimuth* si se quiere proteger la estación terrena específica del FSS, como se explicó anteriormente.

Por lo tanto, la compartición solo es posible cuando la estación terrena receptora está específicamente bajo la condición requerida del nivel de interferencia admisible³⁰ dentro de cada administración observada, y bajo cualquier acuerdo de coordinación que se pueda haber alcanzado entre las partes interesadas. Si el FSS se implementa de manera ubicua y/o sin licencias individuales de las estaciones terrenas, la compartición no sería factible en la misma área geográfica, ya que no se podría garantizar una distancia mínima de separación.

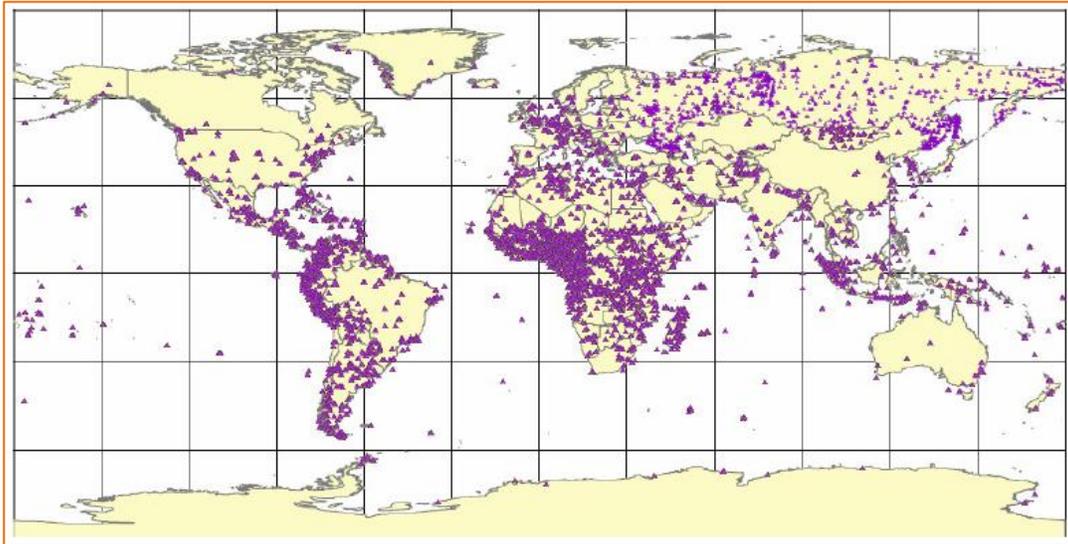
- **Tendencia internacional en el uso de la banda**

Existe un amplio uso de la banda 3625-4200 MHz por el servicio Fijo por Satélite en todas las regiones del mundo miembros de la UIT (excepto algunos países de Europa y Asia) y de la banda de frecuencias 3400-3625 MHz en la Región 1 (excepto partes de Europa) y la Región 3 (excepto algunos países de Asia). Ver Figura 44.

³⁰ Lo que se puede traducir en parámetros de transmisión adecuados para las estaciones de *IMT-Advanced*, como la máxima potencia o distancia de separación mínima entre las estaciones involucradas, tomando en cuenta el medio ambiente de propagación



Figura 44 Ubicación de las estaciones terrenas registradas con varios operadores de satélite y recepción en la banda 3700-4200 MHz³¹



Fuente: (UIT - Reporte M.2109, 2007)

• **Posición de la industria de los satélites**

El amplio cubrimiento geográfico en la Banda C es importante para la industria de los satélites principalmente por dos razones: aspectos de cubrimiento y atenuación de lluvia.

La industria de los satélites se opone a la posibilidad de revisión de la banda en la CMR-15 por dos motivos:

- ✓ Los problemas de interferencia persisten. No se han propuesto avances tecnológicos para resolverlo.
- ✓ Importantes innovaciones se están realizando en los servicios existentes para mejorar la eficiencia y la capacidad.

Por otro lado, en la Tabla 37 se presenta el interés de algunas regiones en la banda bajo análisis.

Tabla 47 Interés en la banda 3600-3800 MHz

Región	Interés
Europa	<ul style="list-style-type: none"> • CEPT ECC. Resumen del borrador del CEPT presentado en septiembre de 2013 para el ítem 1.1 de la Agenda del CMR-15 <p>La Administración de Luxemburgo es de la opinión de que las bandas 3400-4200 MHz, 5725-5925 MHz y 5925-6425 MHz no deben considerarse como bandas candidatas a ser investigadas bajo la CMR-15 Punto 1.1 del Orden del Día, principalmente por las siguientes razones:</p>

³¹ Un lugar puede incluir una o más estaciones

Región	Interés
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudios de compartición y de compatibilidad realizados para la banda 3400-4200 MHz han demostrado que no hay compatibilidad técnica entre el FSS y el MS en la misma zona geográfica y que las distancias de separación necesarias son grandes³². Por otra parte, considerando los parámetros actualizados de IMT que fueron proporcionados por el WP5D al JTG-4567 para su reunión de julio del 2013, no es probable que cambie significativamente la conclusión general de los estudios existentes. ✓ Las consecuencias negativas (interferencia al FSS, finalización de las autorizaciones para FSS existentes, no renovación de las autorizaciones de SFS, etc.) en las operaciones existentes ya impactadas en 3400-3800 MHz en Europa y en 3400-3600 MHz en el resto del mundo. Esto confirma que compartir no es viable y que cuando IMT se introduce en las mismas bandas o en bandas adyacentes, el FSS se ve afectada negativamente. ✓ Existe un marco europeo (CEPT - ECC/DEC/(07)02 , 2007) sobre el uso de la banda 3400-3800 MHz para BWA/IMT, que fue desarrollado para satisfacer las necesidades de la mayoría de los países europeos, por lo tanto, no hay necesidad de exportar un debate interno acerca de las frecuencias por encima de 3600 MHz a la UIT. ✓ En las bandas 3400-3600 MHz y 3600-3800 MHz, varios operadores de BWA, que fueron adjudicados con licencias en países europeos, no desplegaron redes o prestaron servicios de banda ancha como se esperaba, ya que ni la tecnología ni la demanda se desarrollaron como estaba previsto (excepto en pocos países). Esto dio lugar a que los operadores regresaran las licencias. El uso de la banda en aquellos Estados miembros ha disminuido en los últimos años debido a la posibilidad de usar otras bandas alternativas incluso para banda ancha móvil, por ejemplo en las bandas pareadas de 2,1 GHz³³. ✓ El número de estaciones terrenas europeas para FSS que utilizan la banda 3800-4200 MHz, es más de ocho veces el número de las que utilizan la banda 3400-3800 MHz, lo que puede limitar las oportunidades de las aplicaciones móviles terrenales en la banda, incluso para la armonización. Ninguna incertidumbre se debe poner en las operaciones del FSS sobre la banda de 3800-4200 MHz.

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

- **Reino Unido**

El análisis se realizó teniendo en cuenta el Cuadro de Atribución de Frecuencias del Reino Unido contenido en (OfCom - UKFT, 2013).

La banda 3600-4200 MHz está atribuida de manera primaria a los servicios de FIJO Y FIJO POR SATÉLITE y a título secundario a Móvil.

Sin embargo, en la nota europea EU8 se menciona la (Unión Europea - Decision 2008/411/EC, 2008), donde se especifican las características técnicas para los dispositivos que empleen esta banda.

³² Ver (UIT - Reporte M.2109, 2007) y (CEPT - Reporte 100, 2007)

³³ Ver (Comisión Europea - RSPG13-511, 2013)



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Respecto a los dispositivos de corto alcance, no es permitido operarlos en esta banda.

- **Australia**

El análisis se realizó teniendo en cuenta el Plan de Espectro Australiano contenido en (ACMA - ARFSP, 2013).

La banda 3600-4200 MHz está atribuida de manera primaria a los servicios de FIJO y FIJO POR SATÉLITE y Móvil, excepto móvil aeronáutico.

Respecto a los dispositivos de corto alcance, solo es permitido su uso por dispositivos RFID.

- **Estados Unidos**

El análisis se realizó teniendo en cuenta el Código Electrónico de Reglamentos Federales contenido en (FCC - CFR Part 47, 2014). En Estados Unidos el uso del espectro se clasifica en federal regulado por la FCC, y el no federal regulado por la NTIA.

- ✓ **Uso federal**

El uso federal de la banda 3600-3800 solo es permitido en el rango 3600–3650 MHz, atribuido a título primario los servicios de RADIOLOCALIZACIÓN Y RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA.

- ✓ **Uso no federal**

La banda 3600–3800 MHz está atribuida a título primario a los servicios FIJO POR SATÉLITE, FIJO, y Móvil. En el rango de 3600–3650 MHz está atribuida a título secundario a Radiolocalización.

De otra parte, de acuerdo con (FCC - CFR Part 47, 2014), no se permite la operación de dispositivos de corto alcance en esta banda.

9.3.3 Desarrollos tecnológicos

Ver las secciones 10.2.3, 10.2.4 y 10.2.5.

9.4 Recomendaciones de viabilidad y conveniencia de implementación de IMT para la banda en Colombia

9.4.1 Esquema técnico de canalización

Una posible canalización para IMT en la banda 3600-3800 MHz se presenta en la Figura 45.

Figura 45 Análisis de una posible canalización para IMT de la banda 3600–3800 MHz

Atribución a título primario 
Atribución a título secundario 



SC-CER285490



GP-CER285491

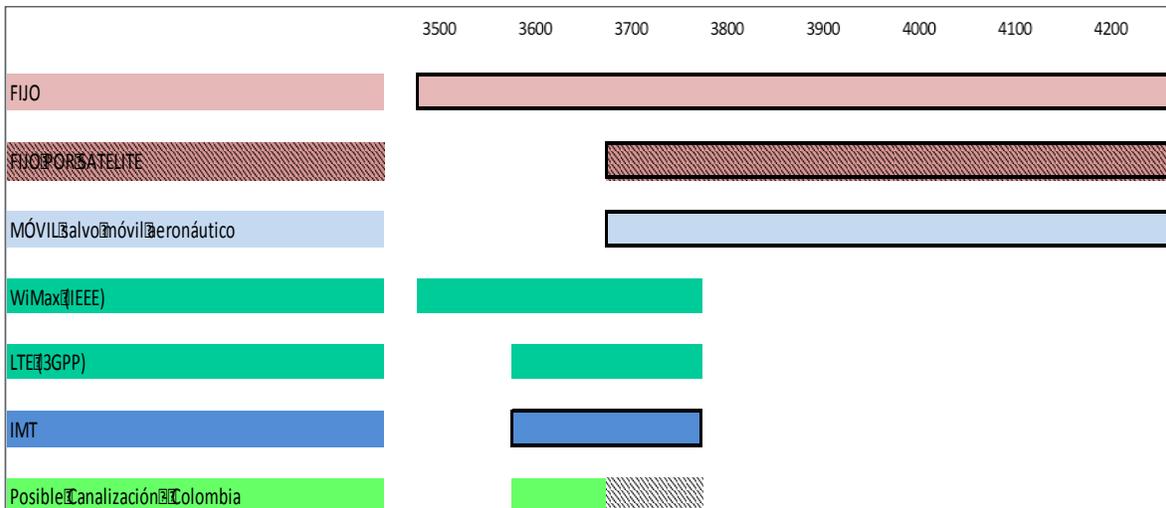
Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

De acuerdo con la Figura 45 se puede decir que los estudios desarrollados por JTG4/5/6/7 muestran la posibilidad de realizar despliegues IMT coexistiendo con los enlaces del servicio fijo, siempre y cuando se guarden distancias de coordinación y posiblemente bandas de guarda.

Sin embargo, la ocupación registrada en Colombia es baja y podría evaluarse la relocalización de las estaciones del servicio fijo en la banda adyacente inferior o superior (3400–3600 MHz o 3800–4200 MHz respectivamente).

Respecto al servicio Fijo por Satélite, en los estudios se muestra que incluso para celdas pequeñas la distancia de coordinación debe ser de algunos kilómetros. De otra parte, se desconoce la ocupación de la banda analizada con este servicio, pero sí se sabe que su utilización puede ser grande, ya que redes como VSAT hacen uso intensivo de la misma. Ahora, no se prevé que un país como Colombia, con difíciles condiciones geográficas y climáticas, prescindiera de su infraestructura de telecomunicaciones satelitales en la banda 3700-3800 MHz en el corto o mediano plazo.

9.4.2 Tiempo de implementación

En caso que esta banda sea identificada por la CMR-15 para IMT y considerando que según la información disponible todas las licencias en la misma expiran en el 2019, el tiempo de implementación en Colombia se puede dar en el mediano plazo, es decir, a partir del 2020, siempre y cuando se haya consolidado un adecuado ecosistema móvil para dicha banda a partir de los desarrollos que ya están disponibles.

De esa forma, la banda de 3600-3800 MHz podría ayudar a cubrir el posible déficit de oferta de espectro móvil que se puede presentar en Colombia a partir del 2020 en el escenario que se considera más probable de acuerdo con los análisis de esta Consultoría. Ver (Tachyon - E3 Banda 3600-3800 MHz, 2013).

9.4.3 Compatibilidad

Según el Adjunto 3 del (JTG4/5/6/7 - Anexo 7, 2013), hay dos estudios de compatibilidad:

- El primero, indica que son válidas las mismas consideraciones de compatibilidad encontradas para la banda de 1400–1600 MHz.
- El otro estudio, señala que en el peor de los casos (enlace orientado hacia una macrocelda rural) no se dan las protecciones requeridas por las estaciones del servicio fijo; sin embargo, manifiesta que dichos escenarios son evitables en la práctica y que la interferencia puede ser mitigada con la separación entre estaciones y bandas de guarda.

9.5 Conclusiones y recomendaciones

9.5.1 Conclusiones

1. La atribución internacional de la banda de 3600-3800 MHz presenta diferencias entre las Regiones 1, 2 y 3.
 - a. En la Región 1, la atribución a título primario es para los servicios FIJO y FIJO POR SATÉLITE.
 - b. En las Regiones 2 y 3 la atribución a título primario es para los servicios FIJO, FIJO POR SATÉLITE y Móvil salvo Móvil Aeronáutico.
2. La atribución de Colombia solo permite el servicio Fijo en la banda de 3600-3700 MHz, pero coincide con la atribución internacional para la Región 2 entre 3700-3800 MHz
 - a. La banda está canalizada para ser usada por servicios fijos punto a punto, en el rango 3600-3880 MHz pareado con 3920-4200 MHz.
3. De acuerdo con la base de datos suministrada por la ANE, en términos de ocupación, la banda es utilizada principalmente para servicios fijos punto a punto en diez departamentos del país y por parte de dos operadores de telecomunicaciones.
 - a. En las respuestas proporcionadas por los usuarios, un operador manifestó su interés en continuar usando la banda para el servicio Fijo.
 - b. Todas las licencias de estos servicios en la banda de 3,6 a 3,8GHz vencen en el 2019.
 - c. Los equipos que operan en la banda son en su mayoría marca Siemens y NEC.
4. No se encuentra información de ocupación para sistemas fijos satelitales en la banda de 3700-3800 MHz. Sin embargo, el (UIT - Reporte M.2109, 2007) presenta evidencia de estaciones terrenas registradas en Colombia, de varios operadores de satélite, en la banda de 3700-4200 MHz.
 - a. Las condiciones geográficas y climáticas de Colombia hacen poco recomendable que el país prescinda de su infraestructura de



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

telecomunicaciones satelitales en la banda de 3700-3800 MHz en el corto o mediano plazo.

5. Los análisis de compatibilidad realizados por la UIT para esta banda indican lo siguiente:
 - a. Para proporcionar protección a las estaciones terrenas receptoras del FSS, se requiere una distancia de separación con respecto a las estaciones de la red móvil terrenal. La distancia de separación depende de los parámetros de las redes y del despliegue de los dos servicios. Los estudios muestran que no es factible la compartición, entre una estación terrena del FSS y una de IMT-Advanced, dentro de la zona demarcada por las distancias mínimas de separación requerida.
 - b. La posición de la industria satelital, favorece el uso de la banda C para dicho servicio, especialmente por razones de radiopropagación en condiciones atmosféricas adversas (lluvias fuertes), en comparación con las bandas Ku y Ka y por tanto es de esperarse una fuerte oposición de su parte al uso de la banda durante la CMR-15.
 - c. En caso de despliegues masivos de IMT, es difícil en condiciones prácticas lograr su convivencia cocanal con estaciones del servicio Fijo.
6. Existen desarrollos tecnológicos y equipos de WiMAX y LTE para la banda 3600–3800 MHz.

9.5.2 Recomendaciones

1. Favorecer durante la CMR-15 la iniciativa de uso de la banda 3600-3700 MHz para el despliegue de servicios IMT en el largo plazo, es decir con posterioridad al 2020.
2. Favorecer durante la CMR-15 que se mantenga la atribución de la banda recomendada actualmente para la Región 2, en el rango de 3700-3800 MHz.
3. Si durante el CMR-15 se logra un acuerdo sobre el uso futuro de la banda 3600-3700 MHz, se recomienda la atribución de esta para el servicio Móvil con posterioridad al 2020 y el embargo de la banda para el servicio Fijo.

9.6 Preguntas al sector

1. Si es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Ha presentado problemas de interferencia? Describa.
2. Si no es usuario actual de la banda:
 - a. ¿Considera que la posición de Colombia en la CMR-15 debe propender por una atribución que permita servicios IMT en el rango 3600-3700 MHz?
 - b. ¿Está interesado en que se subaste la banda 3600-3700 MHz para servicios IMT? ¿En qué año?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

3. Si es proveedor de equipos

- ¿Tiene productos de equipamiento de red y/o terminales IMT para esta banda?
¿Cuáles? Por favor describa.
- ¿Su *roadmap* tecnológico incluye el desarrollo de equipos IMT para esta banda?
¿En qué año?
- ¿Tiene dispositivos de corto alcance en esta banda? Por favor describa.

4. En general:

- a. ¿Tiene comentarios en relación con las conclusiones y recomendaciones de esta banda?



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 150 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

10 Anexos

10.1 Acrónimos

3GPP	<i>3rd Generation Partnership Project Group</i>
3GPP2	<i>3rd Generation Partnership Project 2 Group</i>
ACMA	<i>Australian Communications and Media Authority</i>
AFI	Acceso Fijo Inalámbrico
ANE	Agencia Nacional del Espectro
ARFSP	<i>Australian Radiofrequency Spectrum Plan</i>
ARIB	<i>The Association of Radio Industries and Businesses, Japan</i>
ATIS	<i>The Alliance for Telecommunications Industry Solutions, USA</i>
AWS	<i>Advanced Wireless System</i>
BBU	Unidad Banda Base
BD	Base de Datos
BWA	<i>Broadband Wireless Access</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CCP	Comité Consultivo Permanente
CDG	<i>CDMA Development Group</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CEPT	<i>Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications</i>
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i>
CGFM	Comando General de las Fuerzas Militares
Citel	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
CMR	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones
CNABF	Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias
CS	<i>Circuit Swirching</i>
CV	Estaciones móviles
Dane	Departamento Administrativo Nacional de Estadística



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

DECT	<i>Digital Enhanced Cordless Telecommunications</i>
DVB-T	<i>Digital Video Broadcasting – Terrestrial</i>
E-UTRA	<i>Evolved UMTS Terrestrial Radio Access</i>
E-UTRAN	<i>Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network</i>
ECC	Comité de Comunicaciones Electrónicas
EDGE	<i>Enhanced Data Rates for GSM Evolution</i>
EPM	Empresas Publicas de Medellin
EPSA	Empresa de Energía del Pacífico
espectro	Espectro Radioeléctrico
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
EV-DO	<i>Evolution - Data Optimized</i>
FAC	Fuerza Aérea Colombiana
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
FDD	<i>Frequency-Division Duplexing</i>
FSS	<i>Fixed Satellite Services</i>
FWA	<i>Fixed Wireless Access</i>
GHz	<i>Gigahertz</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i>
GSA	<i>General Services Administration</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GTM	Grupo de Trabajo Mixtos
HF	<i>High Frequency</i>
HSPA	<i>High Speed Packet Access</i>
IARU	Unión Internacional de Radioaficionados
iDEN	<i>Integrated Digital Enhanced Network</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IMT	<i>International Mobile Telecommunications</i>
JTG	<i>Join Task Group</i>
Kbps	<i>Kilobit per second</i>



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Km ²	Kilometro cuadrado
LF	<i>Low Frequency</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
M2M	<i>Machine to Machine</i>
Mbps	<i>Megabit per second</i>
MF	<i>Medium Frequency</i>
MHz	<i>Megahertz</i>
MinComunicaciones	Ministerio de Comunicaciones
MiniCom	<i>Ministério das Comunicações</i>
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
NMT	<i>Nordic Mobile Telephone</i>
NTIA	<i>National Telecommunications and Information Administration</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OfCom	<i>Office of Communications</i>
OFDMA	<i>Orthogonal Frequency-Division Multiple Access</i>
OPEX	<i>Operation and Maintenance Expenditures</i>
PMAE	Plan Maestro Administración Espectro
PMSE	<i>Program Making and Special Events</i>
POTS	<i>Plain Old Telephone Service</i>
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulator</i>
RCA	Radiocomunicaciones de Corto Alcance
SCDMA	<i>Synchronous Code Division Multiple Access</i>
SDL	<i>Supplemental Downlink</i>
SEAMCAT	<i>Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool</i>
SMSSM	Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimo
TD-SCDMA	<i>Time Division Synchronous Code Division Multiple Access</i>
TDD	<i>Time Division Duplexing</i>
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i>
TIES	<i>Telecommunication Information Exchange Service</i>



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

TRXU	Unidad <i>Transceiver</i>
TTA	<i>Telecommunications Technology Association, Korea</i>
TTC	<i>Telecommunication Technology Committee, Japan</i>
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Radio
UK	<i>United Kingdom</i>
UKFT	<i>United Kingdom Frequency Allocation Table</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
VoIP	<i>Voice Over IP</i>
VSAT	<i>Very-Small-Aperture Terminal</i>
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>
WiMax	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
WP	<i>Working Parties</i>
WP5D	<i>Working Party 5D</i>
WRC	<i>World Radio Congress</i>
ZTE	<i>Zhong Xing Telecommunication Equipment Company Limited</i>

10.2 Anexos generales

10.2.1 Definiciones

- **Dispositivos de Operación Momentánea.** Dispositivos que emplean únicamente señales de control, para aplicaciones en sistemas de telealarmas como apertura de puertas y switches remotos. Pueden ser activados manual o automáticamente y su periodo de transmisión máximo debe ser de 5 segundos. Se exceptúan de esta limitación los dispositivos empleados en los sistemas de detección de fuego, seguridad y salvamento, los sistemas de radiocontrol para modelos y juguetes o de transmisión continua, tales como de voz o video y las transmisiones de datos.
- **Dispositivos de Radiocomunicaciones de Corto Alcance (RCA).** Dispositivos transmisores o receptores de radiocomunicaciones, o ambos, cuyo corto radio de cobertura de la señal guarda relación directa con la muy baja potencia de salida emitida por los transmisores, sin que lleguen a producir interferencia a otras radiocomunicaciones. Los RCA admiten todo tipo de características de modulación, de

canal, de diseño, y una gran diversidad de aplicaciones de Radiocomunicación. El término RCA incluye los transmisores radioeléctricos.

- **Radios de operación itinerante.** Aparatos transreceptores portátiles, para la transmisión y recepción de señales radioeléctricas de voz en operaciones itinerantes y de tránsito, radio a radio, que operan con niveles de potencia nominal menor a dos (2) vatios.
- **Servicios auxiliares de ayuda.** Son aquellos servicios de telecomunicaciones que están vinculados a otros servicios públicos, y cuyo objetivo es la seguridad de la vida humana, la seguridad del Estado o razones de interés humanitario. Forman parte de estos servicios, entre otros, los servicios radioeléctricos de socorro y seguridad de la vida humana, ayuda a la meteorología y a la navegación aérea o marítima.
- **Servicio de exploración de la Tierra por satélite.** Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas y una o varias estaciones espaciales que puede incluir enlaces entre estaciones espaciales y en el que:
 - ✓ se obtiene información sobre las características de la Tierra y sus fenómenos naturales, incluidos datos relativos al estado del medio ambiente, por medio de sensores activos o de sensores pasivos a bordo de satélites de la Tierra;
 - ✓ se reúne información análoga por medio de plataformas situadas en el aire o sobre la superficie de la Tierra;
 - ✓ dichas informaciones pueden ser distribuidas a estaciones terrenas dentro de un mismo sistema;
 - ✓ puede incluirse asimismo la interrogación a las plataformas.

Este servicio puede incluir también los enlaces de conexión necesarios para su explotación.

- **Servicio de investigación espacial.** Servicio de radiocomunicación que utiliza vehículos espaciales u otros objetos espaciales para fines de investigación científica o tecnológica.
- **Servicio de operaciones espaciales.** Servicio de radiocomunicación que concierne exclusivamente al funcionamiento de los vehículos espaciales, en particular el seguimiento espacial, la telemida espacial y el telemando espacial.

Estas funciones serán normalmente realizadas dentro del servicio en el que funcione la estación espacial.

- **Servicio de radioastronomía.** Servicio que entraña el empleo de la radioastronomía.
- **Servicio de radiodifusión.** Servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dicho servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género (CS).
- **Servicio de radiodifusión por satélite.** Servicio de radiocomunicación en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

En el servicio de radiodifusión por satélite la expresión «recepción directa» abarca tanto la recepción individual como la recepción comunal.

- **Servicio de radionavegación aeronáutica.** Servicio de radionavegación destinado a las aeronaves y a su explotación en condiciones de seguridad.
- **Servicio de radionavegación por satélite.** Servicio de radiodeterminación por satélite para fines de radionavegación. También pueden considerarse incluidos en este servicio los enlaces de conexión necesarios para su explotación.
- **Servicio fijo.** Servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados.³⁴
- **Servicio móvil.** Servicio de radiocomunicación entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles (CV).
- **Servicio móvil por satélite.** Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio; o entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.

También pueden considerarse incluidos en este servicio los enlaces de conexión necesarios para su explotación.

- **Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana.** Sistema de radiocomunicación que tiene por objeto la seguridad de la vida humana y el interés cívico y humanitario dentro del territorio nacional, y que opera mediante la transmisión de voz a corta distancia, en las frecuencias y canales radioeléctricos atribuidos por el Ministerio de Comunicaciones, para realizar actividades de prevención, vigilancia, alerta temprana, atención y coordinación de emergencias, en desarrollo de los Servicios Auxiliares de Ayuda, en la forma y condiciones establecidas por la (MinComunicaciones - Resolución 1201, 2004).
- **Sistema de Radiocomunicación Cívico Territorial.** Sistema de radiocomunicación fijo y móvil terrestre que proporciona en sí mismo la capacidad completa para la comunicación, operación y prestación de los Servicios Especiales de Telecomunicaciones. Consta de una estación base de radio para la operación del servicio y los equipos terminales fijos o móviles utilizados por los usuarios. Para los efectos de la (MinComunicaciones - Resolución 1713, 2004), técnicamente los Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial se asemejan a los Sistemas Monocanales de Radiocomunicación Convencional.
- **Sistema de Radiocomunicación Convencional de Voz y/o Datos.** Sistema de radiocomunicación del servicio radioeléctrico fijo y móvil terrestre, que opera mediante la explotación dúplex y half duplex, de uno o más canales radioeléctricos de voz y/o datos. Los servicios de telecomunicaciones que utilicen sistemas de radiocomunicación convencional de voz y/o datos, que proporcionen en sí mismos la

³⁴ Sección 1.2.1. Servicios radioeléctricos. 18. Página 9 del documento (ANE-CNABF, 2013)



SC-CER285490



GP-CER285491

capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluidas las funciones del equipo terminal, constituyen una modalidad de servicios básicos. Para todos los efectos legales, los sistemas monocanales de voz y/o datos se asimilan a los sistemas de radiocomunicación convencional de voz y/o datos.

- **Sistema de Repetidora Comunitaria.** Sistema de radiocomunicación fijo móvil terrestre que proporciona en sí mismo la capacidad completa para la operación y prestación de los Servicios Auxiliares de Ayuda para una comunidad municipal.

10.2.2 Suposiciones para el análisis de ocupación

Para las diferentes bases de datos recibidas se asume que la información entregada por la ANE tiene las siguientes características:

- **Es única**

Para todas las consideraciones del análisis realizado por Tachyon Ltda., solo se tendrá la base de datos original, entregada por la ANE, como única referencia.

- **Está completa**

Para todas las consideraciones del análisis realizado por Tachyon Ltda., todos los datos (campos) contenidos en la base de datos están completos.

En caso de encontrarse campos con información faltante, Tachyon Ltda., procurará complementarlos ya sea recurriendo directamente a la ANE y/o complementando los datos de acuerdo a los análisis directos en la base de datos y otros análisis complementarios.

La información contenida en los campos de base de datos original no será modificada bajo ninguna circunstancia, solo se añadirán columnas de campos que contendrán la información faltante y se documentará la adición de estos nuevos campos a la base de datos original.

- ✓ **Es veraz**

Para todas las consideraciones del análisis realizado por Tachyon Ltda., la información o datos contenidos en cada uno de los campos de la base de datos entregada por la ANE es verdadero.

- ✓ **No existen registros duplicados**

Para todas las consideraciones del análisis realizado por Tachyon Ltda., la información o datos contenidos en cada uno de los registros, no se encuentran duplicados en ningún otro registro de la misma base de datos.

10.2.3 Desarrollos tecnológicos disponibles

Las cuotas de mercado por tecnología móvil se presentan en la Figura 46.



SC-CER285490



Agencia Nacional del Espectro-ANE

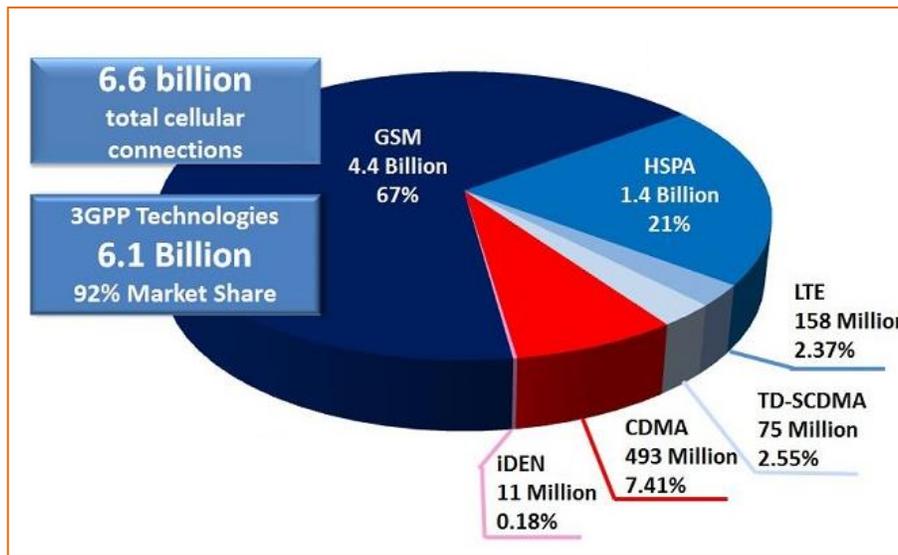
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 46 Cuotas de mercado por tecnología móvil – Tercer trimestre 2013



Fuente: (4G Americas - Mobile Market Shares by Technology, 2013)

Como complemento a la Figura 46 cabe anotar que las tecnologías GSM, HSPA, LTE y TD-SCDMA son estandarizadas por el 3GPP³⁵, y CDMA por 3GPP2³⁶. Mientras que iDEN es una tecnología desarrollada exclusivamente por Motorola.

iDEN es una tecnología con muy poca participación en el mercado en el 2012 reportaba cerca de 16,7 millones de suscriptores de acuerdo con (Motorola - iDEN, 2013) y en el tercer trimestre del 2013 según (4G Americas - Mobile Market Shares by Technology, 2013) esta cifra ya rondaba los 11 millones de usuarios, adicionalmente operadores como Sprint (anteriormente Nextel) en Estados Unidos han decidido apagar su red iDEN y reemplazarlas por una red LTE, ver (CNET - Sprint Shut down Netxtel iDEN, 2013). Es decir, esta tecnología presenta signos de decrecimiento en su participación en el mercado global, por tal razón no se analizará esta tecnología.

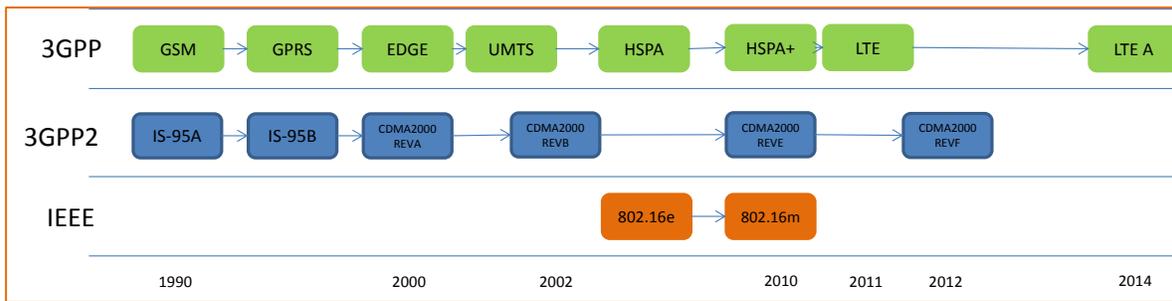
Por otra parte, de acuerdo con (Tachyon - E1 Bandas IMT, 2013), WiMax o IEEE802.16 es una tecnología muy fuerte en el ámbito de redes locales y despliegue de redes de banda ancha que presenta características tecnológicas similares a LTE y que podría ser una alternativa tecnológica para el despliegue de redes 4G.

De acuerdo a lo anterior se analizarán los desarrollos tecnológicos de los organismos 3GPP, 3GPP2 e IEEE. En la Figura 47 se presenta la senda evolutiva de cada estándar.

³⁵ Integrado por ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TTA y TTC.

³⁶ Integrado por ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TTA, TIA y TTC.

Figura 47 Evolución de los principales estándares móviles



Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

10.2.4 Tendencias de las IMT

Una posible tendencia en terminales y equipamiento de red correspondería a las características intrínsecas de las IMT. Algunas tendencias se encuentran descritas en el (WP5D - Capítulo 3, 2013) y el (UIT - Reporte M.2243, 2011), y corresponden a:

- **Incremento por fuera de pronósticos del uso del Internet móvil**

Las comunicaciones móviles, incluyendo las de banda ancha móvil, han desempeñado un papel importante en la evolución económica y social de los países afectando de manera positiva el crecimiento de la economía, la mitigación de la brecha digital, la mejora de la calidad de vida, y avances en otras industrias.

El tráfico de datos a 2010 superó hasta en cinco veces los pronósticos que se habían realizado en el (UIT - Reporte M.2072, 2006) para el mismo año, incluso el tráfico real que cursaron algunos operadores en el 2011, también superó estos pronósticos, situación que se presenta en la Figura 48.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

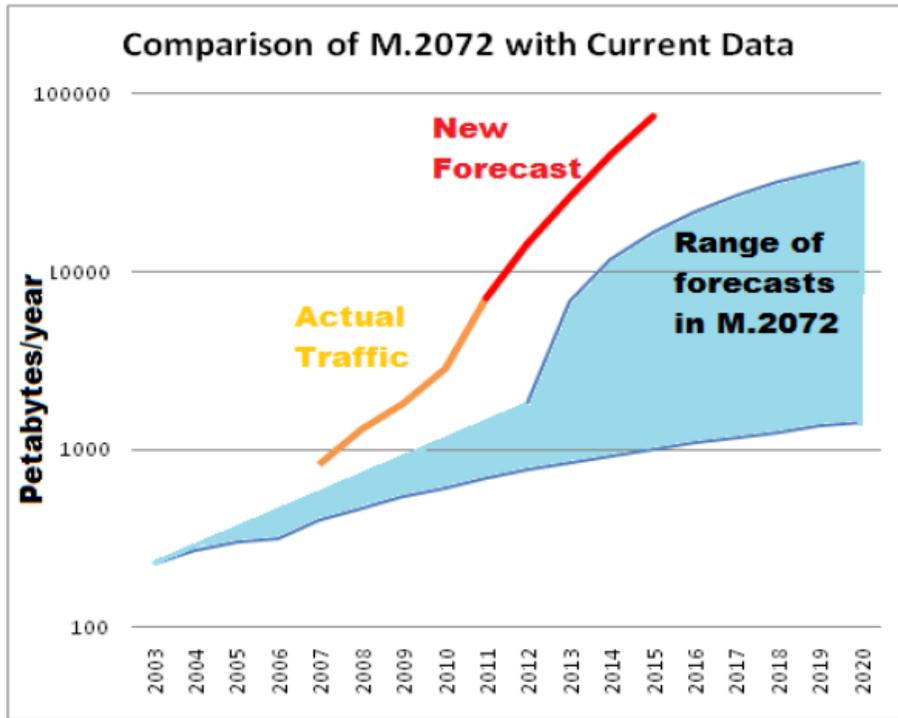
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 48 Comparación de los pronósticos de (UIT - Reporte M.2072, 2006) y tráfico reportados en 2011



Fuente: (UIT - Reporte M.2243, 2011)

El tráfico móvil se incrementará por un factor de 33 (mundial) entre el 2010 y 2020, el tráfico total en todo el mundo pasará de 3,86 a 127,8 EB. Este crecimiento vendrá de la combinación de un mayor número de las suscripciones y de la importancia del tráfico de vídeo.

Resulta de interés, establecer una comparación indirecta entre el pronóstico regional de la UIT y las simulaciones realizadas por Tachyon Ltda en (Tachyon - E2 Bandas IMT, 2013). A continuación, se analiza la creación de métricas³⁷ que determinen lo cercano que puede estar o no el pronóstico para Colombia, si se compara con el realizado por la UIT para la región Américas.

Con tal propósito, se realiza una comparación indirecta entre los dos pronósticos, teniendo en cuenta el tráfico anual promedio por suscriptor. En la Tabla 48 se presenta el resultado de la comparación, considerando los cuatro escenarios de tráfico y suscriptores.

Tabla 48 Comparación indirecta para el tráfico promedio anual por suscriptor, entre los pronósticos de la UIT para la región Américas y las proyecciones de Tachyon Ltda para Colombia

Comparación en 2020	UIT	Pronóstico Tachyon - Colombia
---------------------	-----	-------------------------------

³⁷ Realizar una comparación directa no es posible, pues el pronóstico presentado por la UIT es de carácter global o regionalizado mientras que el realizado por Tachyon es a nivel nacional



SC-CER285490



GP-CER285491

	Américas	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Tráfico global anual (Bytes)	2,73E+19	1,40E+18	1,10E+18	1,00E+18	9,00E+17
Suscripciones	1,44E+09	6,58E+07	6,58E+07	6,58E+07	6,58E+07
Tráfico promedio anual por suscriptor (Bytes)	1,90E+10	2,13E+10	1,67E+10	1,52E+10	1,37E+10
Colombia vs Américas		111,87%	87,90%	79,91%	71,92%

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda a partir de (Tachyon - E2 Bandas IMT, 2013) y (UIT - Reporte M.2243, 2011)

El pronóstico utilizado en (Tachyon - E2 Resultados valoración, 2013) corresponde al escenario 2, que en opinión de esta Consultoría es el más probable en el largo plazo y estaría un 13% por debajo de lo pronosticado por la UIT para la región de las Américas.

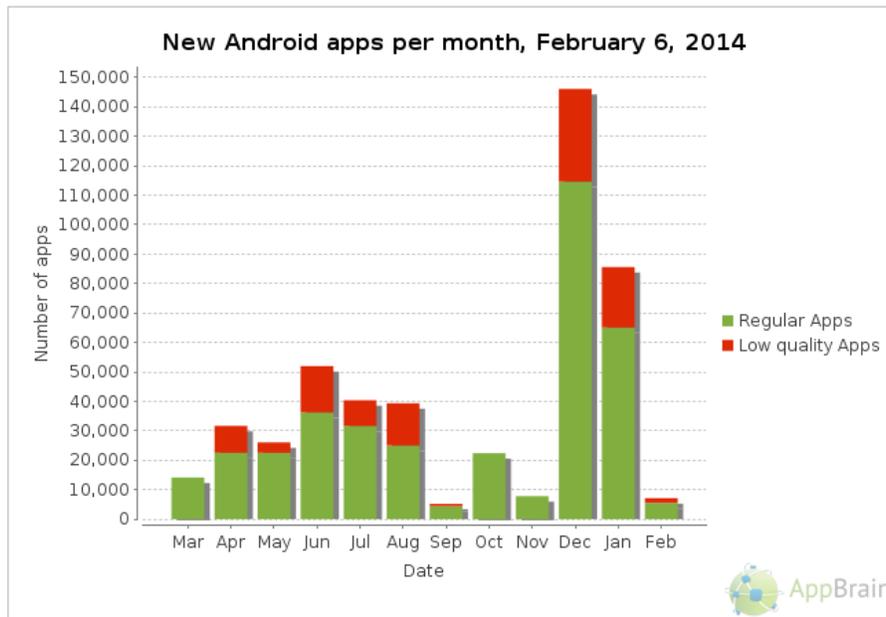
• **Incremento en la oferta de aplicaciones móviles**

Según el (UIT - Reporte M.2243, 2011) entre 2008-2010, más de 300 mil aplicaciones móviles se desarrollaron para los teléfonos inteligentes.

De otra parte, noticias recientes indican que a finales del 2013 solamente las dos más grandes tiendas en línea disponían de 2.100.000 de aplicaciones para las plataformas Android (ver (AppBrain, 2014) e iOS (ver (Phonearena, 2013))).

Es decir que en tres años se han desarrollado como mínimo 1.800.000 aplicaciones, un promedio de 50.000 por mes, como se observa en la Figura 49.

Figura 49 Nuevas aplicaciones para Android por mes



Fuente: (AppBrain, 2014)



SC-CER285490



GP-CER285491

Se estima que las descargas globales alcanzarán 77 mil millones en el 2014 y tendrán un valor de 35 mil millones de dólares. En este aspecto hay estimaciones que muestran que dicho pronóstico ha sido superado (Portio Resarch, 2013).

La mayoría de las aplicaciones móviles se han desarrollado con el supuesto de que los usuarios están en línea y conectados, en consecuencia, hay un aumento de tráfico de banda ancha móvil.

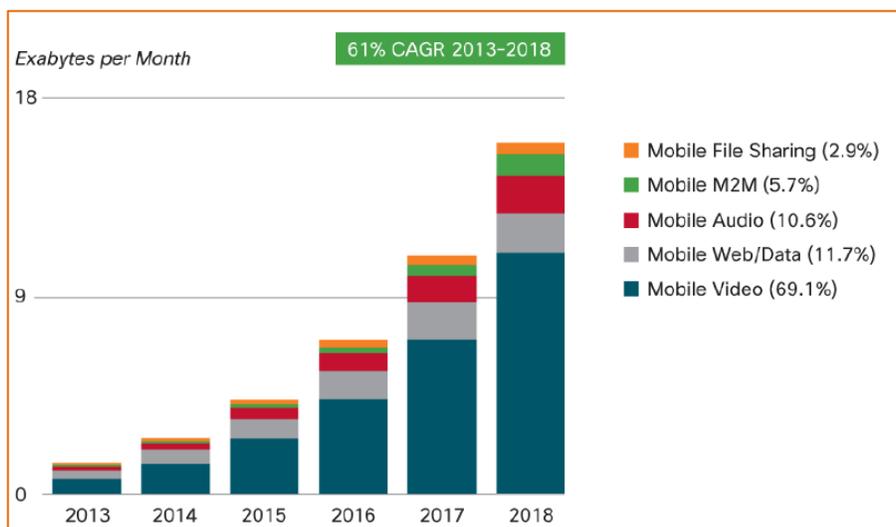
- **Incremento del tráfico de video**

El video móvil en general se refiere al consumo de entretenimiento como video *streaming*, video flash y otras clases de video difundidos por Internet. En el 2010, YouTube y Flash generó la mayor parte del tráfico de video móvil. Sin embargo, la compartición de video ha surgido como una nueva forma de consumo de entretenimiento muy popular entre los usuarios fijos de Internet, por ejemplo *LiveStream*.

Para muchos espectadores, consumir video ya no significa solo ver, sino también compartirlo con su comunidad, comentarlo, etc. Esta situación se da porque el mercado de video en línea está dominado, en gran parte, por los sitios basados en la comunidad.

En la Figura 50 se observa el pronóstico de tráfico generado por aplicaciones en video.

Figura 50 Tráfico generado por distinto tipos de aplicaciones



Fuente: (Cisco - Visual Networking Index, 2014)

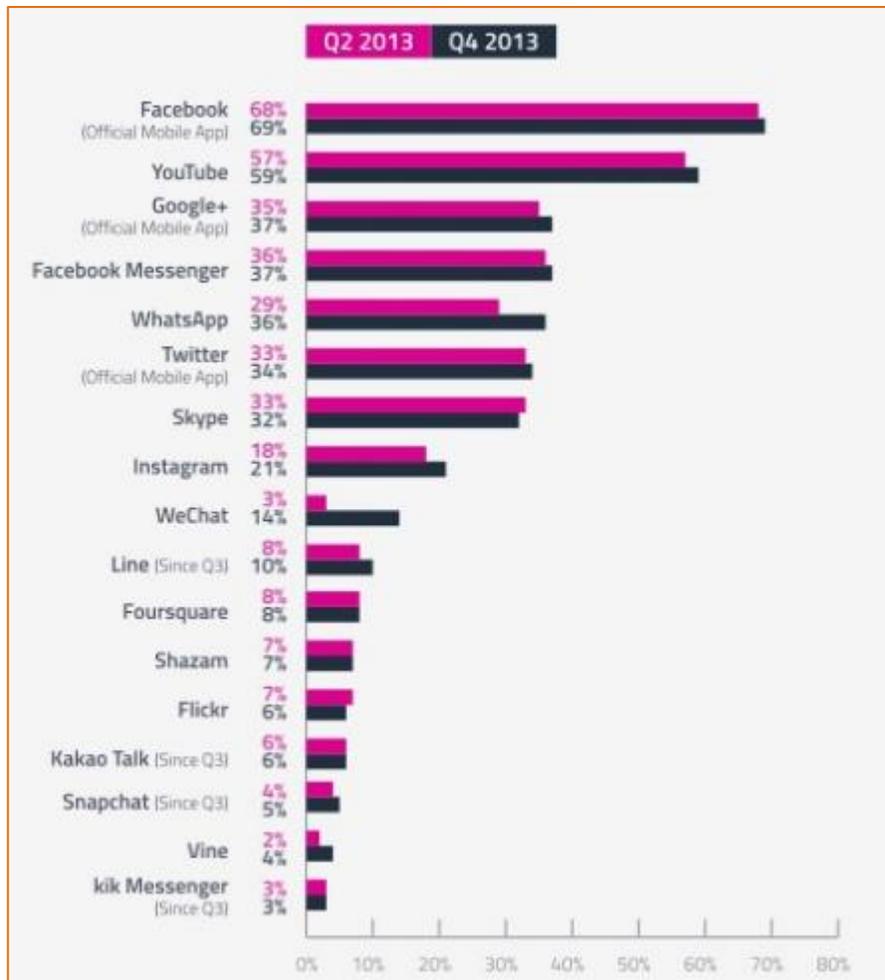
- **Incremento en las aplicaciones móviles de redes sociales**

Desde mediados de la década pasada, se ha intensificado el uso de las redes sociales y se evidencia una penetración superior al 80% en los usuarios de Internet (GlobalWebIndex - Summary, 2014).

En las redes móviles, las redes sociales están experimentando una creciente popularidad, similar a la observada en las redes fijas y es por el momento una de las aplicaciones

móviles de más rápido crecimiento. En la Figura 51 se presenta la penetración global de las redes sociales en usuarios de Internet móvil.

Figura 51 Penetración global de las redes sociales en usuarios de Internet móvil



Fuente: (GlobalWebIndex - Summary, 2014)

- **Incremento del tráfico *Machine to Machine* (M2M)**

En términos de tráfico, la cuota de M2M dependerá de aplicaciones relacionadas. Por ejemplo, medidores de servicios inteligentes que consumen cientos de KBps o monitoreos de vigilancia en video que consumen decenas de MBps.

Además, las nuevas aplicaciones como Animal-Máquina (AM), Hombre-Máquina (HM), y Animales-Humanos (AH) probablemente añadan más tráfico. Estas aplicaciones se encuentran en etapas de desarrollo y su impacto en el tráfico de datos es desconocido.

Tabla 49 Pronósticos del tráfico M2M³⁸

Región	Dato
A nivel mundial	El tráfico M2M crecerá 24 veces desde 2012 hasta 2017, con un crecimiento anual compuesto del 89%
A nivel mundial	las soluciones M2M representarán el 5% del total del tráfico de datos móviles en 2017, frente al 3% a finales de 2012
A nivel mundial	El módulo M2M promedio generará 330 megabytes de tráfico de datos móviles por mes en el 2017, frente a los 64 megabytes por mes en 2012
A nivel mundial	Los módulos M2M eran 5,30% de las conexiones de dispositivos en 2012, y el 2,66% del total del tráfico
A nivel mundial	Los módulos M2M serán el 16,5% de las conexiones de dispositivos en 2017, y el 5,1% del total del tráfico
América Latina	El tráfico M2M crecerá 17 veces desde 2012 hasta 2017, una tasa de crecimiento anual compuesta de 76%
América Latina	El tráfico M2M alcanzará los 26.025 terabytes al mes en 2017
América Latina	M2M representará el 4% del total del tráfico de datos móviles en 2017, frente al 3% a finales de 2012
América Latina	El módulo M2M promedio generará 218 megabytes de tráfico de datos móviles por mes en el 2017, frente a los 48 megabytes por mes en 2012
América Latina	Los módulos M2M eran 4,57% de las conexiones de dispositivos en 2012, y el 2,83% del total del tráfico
América Latina	Los módulos M2M serán el 12,7% de las conexiones de dispositivos en 2017, y el 3,6% del total del tráfico

Fuente: (Cisco - Forecast 2012 2017)

- **Áreas potenciales donde se prevé el incremento del tráfico de datos**

Se espera que la demanda de servicios en la nube móvil crezca exponencialmente, ya que los usuarios están adoptando cada vez más los servicios accesibles en ella. La consecuencia es que el volumen del contenido móvil crece acumulativamente. Las capturas en los dispositivos móviles multimedia forzarán al aumento enorme de las capacidades de cómputo y procesamiento en la nube, y el tamaño medio de estos archivos crecerán sustancialmente tanto como aumente la resolución de las cámaras.

En este sentido, se pronostica que el tráfico generado por aplicaciones localizadas en la nube, sea del 90% del tráfico móvil total en el 2018.

³⁸ También ver la Figura 53 y la Figura 54

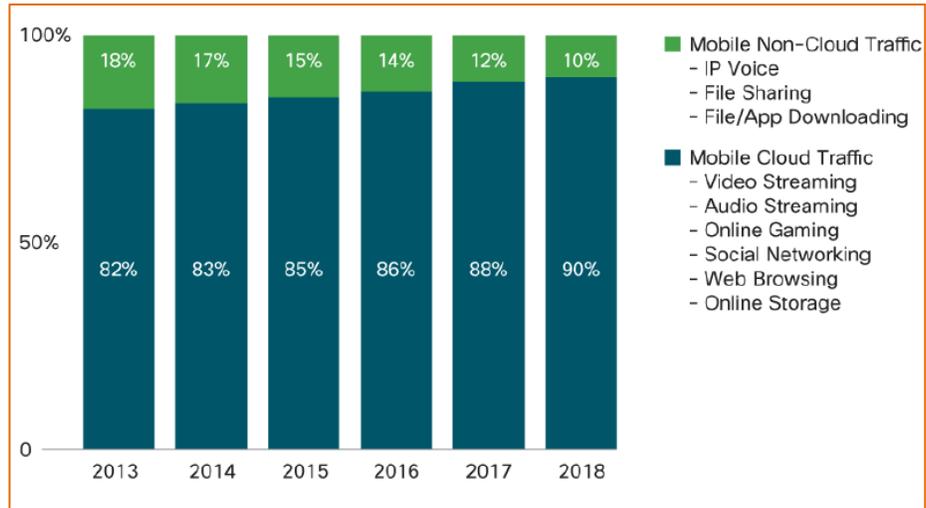


SC-CER285490



GP-CER285491

Figura 52 Pronóstico del volumen generado por aplicaciones en la nube del tráfico móvil total



Fuente: (Cisco - Visual Networking Index, 2014)

- **Nuevos dispositivos**

Una amplia gama de dispositivos mejorados que incorporan conectividad celular han entrado al mercado durante los últimos tres años, incluyendo teléfonos inteligentes, USB, tabletas, lectores de libros electrónicos y consolas de juegos. Estos dispositivos ofrecen pantallas de mayor tamaño y alta resolución; por lo tanto aumentan el consumo de datos y fomentan el uso de aplicaciones de tráfico intenso como la video llamada.

Aunque el tráfico generado por teléfonos inteligentes es alto, sigue siendo menor que el generado por las tabletas. En la Figura 53 se muestra la estimación de generación de tráfico tomando como unidad de medida un teléfono básico.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

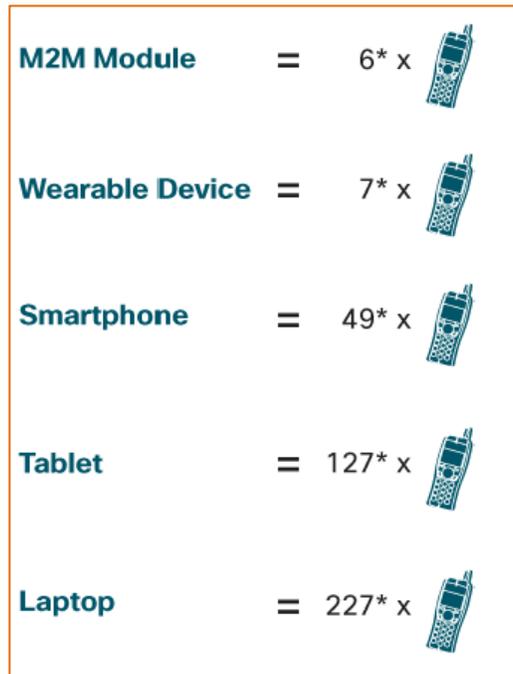
www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Figura 53 Estimación de volúmenes de tráfico de datos generados por terminal móvil, respecto al teléfono básico

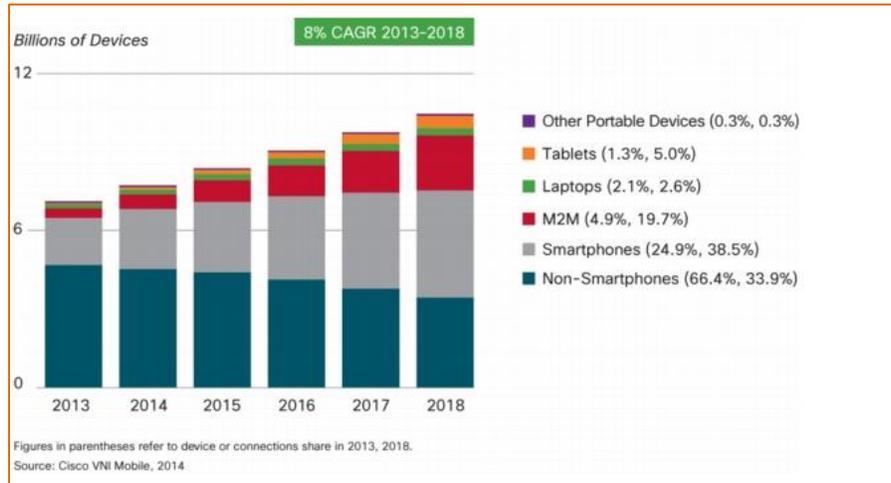


Fuente: (Cisco - Visual Networking Index, 2014)

En la Figura 53 se muestra una subclase de los dispositivos M2M (*Wearable devices*), donde se incluyen dispositivos como las gafas o relojes inteligentes, que corresponden a aparatos portátiles diseñados para ser usados por las personas con capacidad de conectarse a la red, ya sea directamente o indirectamente.

En la Figura 54 se observa que entre el 2013 y 2018 los *smarthpones* tendrán una tasa de crecimiento del 38,5%.

Figura 54 Pronóstico de cantidad de dispositivos móviles por tipo



Fuente: (Cisco - Visual Networking Index, 2014)

De acuerdo con lo anterior, al parecer la explosión del tráfico de datos móviles se dará en el corto plazo.

10.2.5 Tendencias de mercado en equipamiento de red y ecosistema de terminales

✓ WiMAX – IEEE

Existen especificaciones técnicas por parte de IEEE en la banda 3300-3400 MHz, cabe anotar que la disponibilidad de información al respecto es poca.

De acuerdo con WimaxForum³⁹, existen dos bandas que pueden ser asignadas a equipos WiMAX certificados: banda de 2,5 GHz y 3,5 GHz. También se observa la existencia de cinco perfiles de equipos en la banda de 3,5 GHz, ver la Tabla 50.

Tabla 50 Clasificación de equipos WiMAX certificados por WimaxForum – Banda de 3,5 GHz

Nombre del perfil	Rango de frecuencia	Ancho de canal	Tipo de duplexación
ET01	3,4-3,8 GHz	3.5 MHz	TDD
ET02	3,4-3,8 GHz	3.5 MHz	FDD
M3500T-02	3,4-3,6 GHz	5 MHz	TDD
M3500T-03	3,4-3,6 GHz	7 MHz	TDD
M3500T-05	3,4-3,6 GHz	10 MHz	TDD

³⁹ Es el único organismo habilitado para certificar el cumplimiento del estándar y la interoperabilidad entre equipamiento de distintos fabricantes. El equipamiento que no cuente con esta certificación, no puede garantizar su interoperabilidad con otros productos.

Fuente: Tachyon Ltda.

Los tipos de dispositivos certificados en la banda de 3,5 GHz, corresponden a estaciones base, CPE *Indoor*, estaciones de subscritor, *notebooks* o estaciones móviles. En total se reportan 83 certificaciones para modelos de equipos en esta banda, que fueron certificados entre el 2006 y 2011. Sin embargo, de la lista de equipos pertenecientes a la banda 3,5 GHz una pequeña cantidad de certificados muestran perfiles ET, solamente se encontró el modelo BreezeMAX Micro Base Station con perfil ET02 y algunos otros con perfil no especificado en la banda de 3,5 GHz, además se observó que hay una gran cantidad de equipos certificados con perfiles M3500T.

Se presume que la lista de equipos certificados de WiMAXForum se encuentra desactualizada, por lo tanto se realizó una búsqueda exhaustiva de los posibles fabricantes de equipos WiMAX que incluyan los rangos de 3300-3400 MHz y 3600-3800 MHz. Como resultado se encontraron equipos que operan en la banda de interés, en especial en 3,65 GHz licenciada en Estados Unidos, también equipos que funcionan en la banda de 3,3-3,4 GHz.

Los equipos WiMAX fueron certificados por la FCC para ser utilizados en un rango de 25 MHz del segmento inferior de la banda 3,65 GHz. Esta banda esta licenciada para servicio Móvil Terrestre bajo el reglamento 'FCC Part 90', para operaciones inalámbricas no exclusivas sobre una base de Servicio de Radio Móvil Comercial y/o Privado, el hecho de ser no exclusiva significa que puede haber otros servicios licenciados operando en la misma área de servicio.

Los equipos deben usar protocolos basados en contención, es decir que los sistemas deben tener la habilidad de reconocer otros sistemas para reaccionar y ajustarse minimizando la interferencia. También existen zonas de coordinación donde operan los Servicios Satelitales Fijos (FSS). De esta forma los equipos que utilizan un protocolo restringido operan en el rango de 3650-3675 MHz.

Inicialmente la banda de 3,65 GHz en Estados Unidos estaba atribuida a los FSS. Posteriormente, en 2007, los sistemas RedMAX de la empresa Redline fueron los primeros en recibir la aprobación de la FCC para operar sobre la banda 3,65 GHz. A partir de ese momento, los operadores desplegaron las soluciones de la familia RedMAX para ofrecer servicios WiMAX en la banda. Luego, otros fabricantes obtuvieron certificación de los equipos para ofrecer servicio de banda ancha con WiMAX en la banda 3,65 GHz.

Los países y algunos operadores que utilizan la banda de 3,65 GHz se presenta en la Tabla 51.

Tabla 51 Países y operadores que utilizan la banda 3,65 MHz

País	Operadores
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> El operador Antelecom Inc. Broadband provee servicio WiMAX usando la banda de 3,65 GHz en el Sur de California.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

País	Operadores
	<ul style="list-style-type: none"> El proveedor de Internet Altazip Inc. ofrece WiMAX usando la banda 3,65 GHz en Central Utah. Pulstream Internet Services, LLC posee licencias de 3,65 GHz para sus <i>back hauls</i> y algunos PTMP en Texas.
Canadá	<ul style="list-style-type: none"> EvoShift Communications desplegó la red WiMAX en Victoria el 19 de enero del 2011, utilizando equipo Purewave 802.16e en la banda 3,65 GHz.

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

Desde el punto de vista del ecosistema, se presenta un listado de los equipos que operan en la banda 3,6-3,8 GHz, agrupados por fabricante en la Tabla 52.

Tabla 52 Equipos que operan en la banda 3,6-3,8 GHz

Fabricante	Equipos
Airspan Networks Inc	MicroMAXd Base Station
Alvarion	BreezeMAX 3650 BreezeMAX PRO 1000 / BreezeMAX Si 1000 CPEs BreezeMAX 1000 16d CPEs
Aperto Networks	PacketMAX 320
Tranzeo Wireless Technologies Inc.	TR-WMX-3-XX 3,5 GHz Outdoor Subscriber Unit
Redline Communications	RedMAX SU-O
PureWave Networks	Base Station - Quantum 6636 y Outdoor CPE - GEMTEK (Ref: WIXS-177)
Cisco	CGM-WIMAX-3.4 GHz y CGM-WIMAX-3.6 GHz

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

• LTE – 3GPP

De acuerdo con la investigación realizada, solamente la red de UK Broadband cuenta con una operación comercial de LTE en la banda de 3,6 GHz⁴⁰. De acuerdo con la Figura 55, existen redes planificadas en Canadá (Xplornet), Chile (Entel), Francia (Bolloré) y Rusia (Enforta).

⁴⁰ Ver (Huawei - News, 2012)

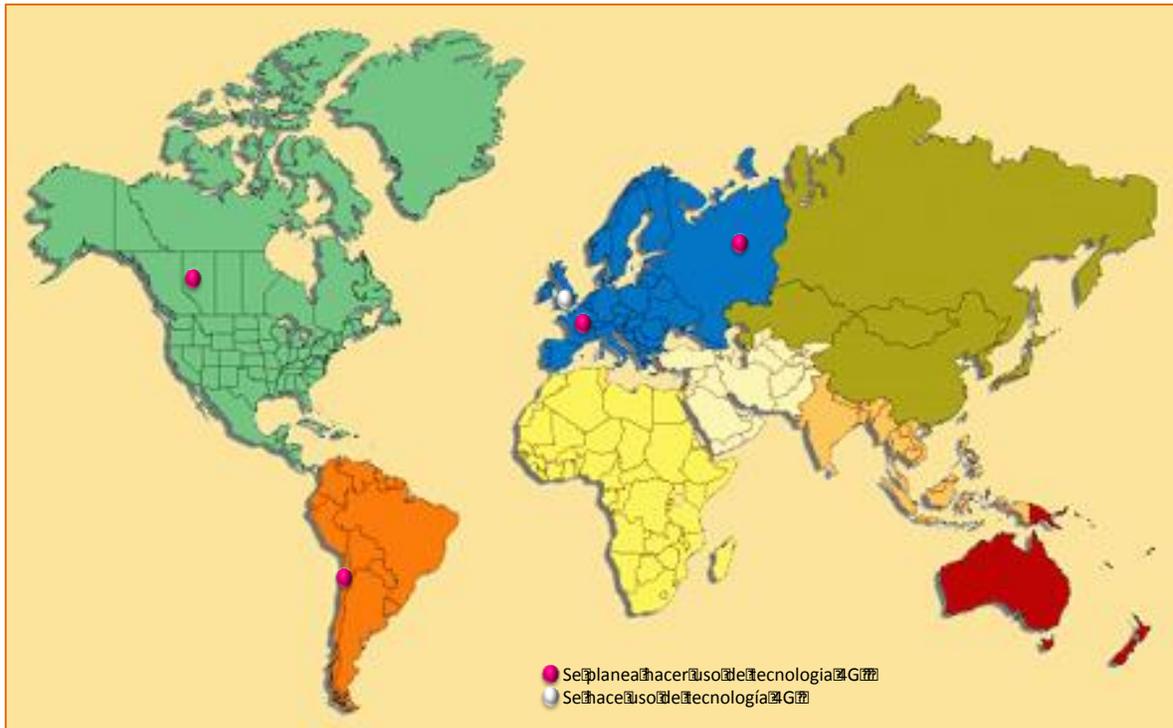


SC-CER285490



GP-CER285491

Figura 55 Mapa LTE –Redes 4G en la banda 3,6 GHz⁴¹



Fuente: Analisis de Tachyon Ltda. con base en (4G - LTE Map, 2014)

El operador UK Broadband ha sido pionero a nivel mundial en desplegar una red TD-LTE en las bandas 42 y 43 de 3,5/3,6 GHz y el primero en ofrecer servicios comerciales 4G en el Reino Unido.

El operador UK Broadband ha sido pionero a nivel mundial en desplegar una red TD-LTE en las bandas 42 y 43 de 3,5/3,6 GHz y el primero en ofrecer servicios comerciales 4G en el Reino Unido.

Desde el punto de vista del ecosistema en torno a las bandas de 3,5/3,6 GHz en la Tabla 53 se presentan los principales fabricantes de equipos para estas bandas.

Tabla 53 Principales fabricantes de equipamiento para las bandas 3,5 GHz y 3,6 GHz

Fabricante	Descripción
Huawei	Con amplia experiencia en el despliegue de redes TD-LTE en esta y otras bandas, e incentivando la migración desde WiMAX a TD-LTE. Entre los operadores que usan el equipamiento de Huawei se cuentan a UK Broadband, Mobily de Arabia Saudita, Menatelecom de Bahrein y Softbank de Japón
NSN	Ha sido seleccionado por 11 operadores para desplegar redes TD-LTE y a la

⁴¹ Los globos rojos representan regiones donde se planea hacer uso de tecnología 4G en la banda de 3600 MHz y los globos verdes aquellas donde ya se encuentra en servicio esta tecnología en dicha banda.

Fabricante	Descripción
	fecha ha desplegado ocho redes TD-LTE en servicio comercial en distintas bandas de frecuencia, con 15.000 celdas activas
Hitachi	Inició inversiones en el desarrollo de sistemas LTE/SAE con tecnologías OFDM, MIMO y conformación de antenas y ha sido seleccionado por el operador KDDI.
Sequans Communications	Fabricante de semiconductores, dispone chips para la banda de 3,5 GHz que operan con LTE.
Altair Semiconductor	Fabricante de componentes como filtros de RF y otros para distintas bandas de frecuencias, entre ellas la de 3,5 GHz

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda.

De acuerdo con (GSA- Status LTE Ecosystem, 2014), a la fecha hay disponibles 15 dispositivos de usuarios en las bandas 42 y 43 (3,5/3,6 GHz). En la Tabla 54 se presentan los modelos de dispositivos para las bandas 3,5 GHz y 3,6 GHz.

Tabla 54 Modelos de dispositivos de usuarios para las Bandas 42 y 43

Banda 42	Banda 43
Huawei B222 LTE Outdoor CPE	
Huawei B2268s 4G TD-LTE Outdoor CPE	Huawei B2268s 4G TD-LTE Outdoor CPE
Huawei B593 4G LTE CPE WiFi Industrial Router	Huawei B2268s 4G TD-LTE Outdoor CPE
NetComm Wireless WNTD-4243 Outdoor TD-LTE Router	

Fuente: (4G LTE Mall, 2014)⁴²

Se puede concluir que existe disponibilidad en el mercado de equipamiento de red y terminales. Sin embargo, no hay información pública disponible que permita establecer el volumen de las operaciones de producción de estos equipos.

10.2.6 Conformación de los Grupos de Estudio de la UIT para la preparación del ítem 1.1 en la CMR-15

Los Grupos de Estudio de la UIT son establecidos y asignados para responder las preguntas de la Asamblea de Radiocomunicaciones y preparar proyectos de recomendación para la aprobación de los Estados miembros de la UIT.

Estos estudios se enfocan básicamente en:

- Gestión y utilización eficiente de los recursos del espectro/órbita por parte de los servicios terrestres y espaciales.

⁴² Corresponde a un vendedor en línea al detalle basado en Hong Kong



SC-CER285490



GP-CER285491

- Características y funcionamiento de los sistemas radioeléctricos.
- El funcionamiento de las estaciones de radio.
- Aspectos de las radiocomunicaciones relacionados con el socorro y seguridad.

Además, realizan estudios preparatorios para las conferencias mundiales y regionales de radiocomunicación.

Se han establecido seis grupos en los siguientes ámbitos:

- SG 1, Administración del espectro.
- SG 3, Propagación de microondas.
- SG 4, Servicios satelitales.
- SG 5, Servicios terrestres.
- SG 6, Servicios de radiodifusión.
- SG 7, Servicios de la ciencia.

Cada grupo, tiene varios subgrupos conocidos como *Working Parties (WP)* y *Task Groups (TG)*, que realizan las tareas encomendadas a los grupos de estudio.

De acuerdo a lo anterior, este documento se circunscribe al Grupo SG 5. En la Tabla 55 se presenta una descripción interna del Grupo.

Tabla 55 Descripción del SG 5 – Servicios terrestres

	Descripción
WP 5A	Servicios móviles por debajo de 30 MHz (excluyendo IMT), acceso inalámbrico en servicios fijos, aficionados y aficionados por satélite
WP 5B	Servicio móvil marítimo, incluyendo el Sistema Global de Seguridad y Socorro Marítimo (GMDSS, por sus siglas en inglés), servicios móviles aeronáuticos y de radio determinación.
WP 5C	Sistemas inalámbricos fijos; HF y otros sistemas por debajo de 30 MHz en servicios móviles terrestres y fijos.
WP 5D	Sistemas IMT.
JTG 4-5-6-7	Estudios y análisis de bandas para el despliegue de servicios IMT.

Fuente: (UIT - R - Study Groups, 2010)

En particular, la información de estos grupos es de carácter restringido a usuarios con clave TIES; por tal razón, el siguiente análisis corresponde a información del WP 5D y JTG4/5/6/7 suministrada por la ANE.

✓ **WP 5D**

Se identifica para el desarrollo de este documento dos líneas de trabajo en el WP5D: aspectos de espectro y aspectos generales.

✓ Aspectos de espectro



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

La lista a continuación detalla el trabajo de WP5D en temas referentes al espectro; sin embargo, su trabajo se ha focalizado en las bandas de frecuencia ya identificadas para IMT

- Documento borrador de la nueva versión de la (UIT - Recomendación M.1036, 2012).
- Documento borrador del nuevo reporte (UIT - Reporte M.2039, 2010).
- Documento de trabajo para un nuevo reporte UIT sobre posibles arreglos de frecuencias en la Región 1 para la banda de 698–960 MHz..
- Documento de trabajo para un nuevo reporte UIT sobre celdas pequeñas en 3400–3600 MHz.
- Documento de trabajo para un nuevo reporte UIT sobre coexistencia para despliegues TDD.

✓ Aspectos generales

Se identifica como relevante para este documento el (WP5D - Capítulo 3, 2013), que incluye información y datos estadísticos muy pertinentes sobre las tendencias en IMT.

✓ JTG4/5/6/7

Los documentos⁴³ (JTG4/5/6/7 - Anexo 5, 2013), (JTG4/5/6/7 - Anexo 6, 2013), (JTG4/5/6/7 - Anexo 7, 2013) y (JTG4/5/6/7 - Anexo 8, 2013) incluyen los avances realizados por el grupo mediante documentos adjuntos (“*attachments*”) relacionados con el punto 1.1 del Orden del Día correspondientes a los servicios terrestres de la CMR-15.

10.3 Anexos banda 450-470 MHz

10.3.1 Cambios en el CNABF 2013 con respecto al CNABF 2010

Algunas de las modificaciones que introduce la nueva versión del CNABF:

- Con la eliminación de la nota CLM29, se retira la especificación que permitía utilizar la banda 450–470 MHz para la operación de sistemas convencionales o monocanales de voz y repetidoras comunitarias. Además, se incluye en esta banda la nota CLM30-MOD 2013 donde se mencionan las frecuencias para operación exclusiva del Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana.
- La nueva nota nacional CLM5–MOD 2013 se basa, entre otras resoluciones, en la (MinTIC - Resolución 473, 2010) la cual, para la banda de 450–470 MHz en particular, asigna las condiciones operativas y limita la potencia para las aplicaciones de telemetría y control así como para los dispositivos de operación momentánea tal como se muestra en la Tabla 56 y Tabla 57.

⁴³ Los avances realizados en estos documentos son en su mayoría estudios de compatibilidades y compartición de bandas de frecuencias para diferentes servicios.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Tabla 56 Condiciones operativas para aplicaciones de telemetría y control

Bandas de frecuencias para aplicaciones de telemetría y telecontrol		
Frecuencias o bandas de frecuencias (MHz)	Límite de potencia o de intensidad de campo	Aplicación
451,025 a 451,675	1 mW	Telemetría, medidores de agua
449,8375 a 469,9250	10 mW	
469,4375 a 469,4875	10 mW	

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda con base en (MinTIC - Resolución 473, 2010)

Tabla 57 Condiciones operativas para los dispositivos de operación momentánea

Bandas de frecuencias para dispositivos de operación momentánea	
Bandas de frecuencias (MHz)	Límite de potencia o de intensidad de campo
406 a 470	3750 a 12500 $\mu\text{V/m}$

Fuente: Análisis de Tachyon Ltda con base en (MinTIC - Resolución 473, 2010)

- En la nota CLM28–MOD 2013, para la banda 450 -470 MHz (ver Tabla 58), se observa que se mantuvo la separación de 10 MHz en la bandas B y B' y la separación de 7 MHz entre la bandas de C y C'. Como aspecto nuevo se destaca la atribución de dos bandas, 452,5 a 459,4 MHz y 462,5 a 467,5MHz, para servicios de IMT, sin indicar su modo de uso. Adicionalmente, reserva dos bandas, D y D', sin indicar su finalidad ni modo de uso. Se entiende que son las bandas asignadas a la Policía Nacional.

Tabla 58 Plan de banda 440–470 MHz

Banda	Rango de frecuencias	Modo de uso
A	440 a 443 MHz	Dúplex con la banda A' con separacion de 5 MHz
S1	443 a 445 MHz	Simplex
A'	445 a 448 MHz	Dúplex con la banda A con separacion de 5 MHz
S2	448 a 450 MHz	Simplex
S3	450 a 450,6 MHz	Simplex
B	450,6 a 451,9 MHz	Dúplex con la banda B' con separacion de 10 MHz
C	451,9 a 452,5 MHz	Dúplex con la banda C' con separacion de 7,5 MHz
IMT	452,5 a 457,5 MHz	
D	457,5 a 459,4 MHz	Banda reservada
C'	459,4 a 460 MHz	Dúplex con la banda C con separación de 7,5 MHz
S4	460 a 460,6 MHz	Simplex
B'	460,6 a 461,9 MHz	Dúplex con la banda B con separacion de 10 MHz
S5	461,9 a 462,5 MHz	Simplex
IMT	462,5 a 467,5MHz	
D'	467,5 a 469,4 MHz	Banda reservada



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 174 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Fuente: Tabla 21 de (ANE-CNABF, 2013)

- Otra implicación para la ocupación de la banda de 450-470 MHz, es que se mantiene en la nota CLM31 – MOD 2013 la vigencia de la (MinComunicaciones - Resolución 1713, 2004), por medio de la cual se reglamenta el Sistema de Radiocomunicaciones Cívico Territorial y asigna frecuencias de libre uso, donde no requiere permiso previo o expreso para su utilización.

10.4 Anexos banda MHz 1400-1600 MHz

10.4.1 Niveles máximos de potencia de emisiones no deseadas del servicio móvil

Tabla 59 Niveles máximos de potencia de emisiones no deseadas del servicio móvil en 1427–1452 MHz

Banda de frecuencias	Servicio activo	Niveles de potencia máximos recomendados de las emisiones no deseadas de las estaciones de los servicios activos en un ancho de banda determinado de la banda atribuida al SETS (pasivo)
1427-1429 MHz	Móvil	–60 dBW3 en los 27 MHz de la banda atribuida al SETS (pasivo) para las estaciones del servicio móvil, salvo las estaciones de radioenlaces transportables, –45 dBW en los 27 MHz de la banda atribuida al SETS (pasivo) para estaciones de radioenlaces transportables
1429-1452 MHz	Móvil	–60 dBW en los 27 MHz de la banda atribuida al SETS (pasivo) para las estaciones del servicio móvil, salvo las estaciones de radioenlaces transportables, –45 dBW en los 27 MHz de la banda atribuida al SETS (pasivo) para las estaciones de radioenlaces transportables, –28 dBW en los 27 MHz de la banda atribuida al SETS (pasivo) para estaciones de teled medida aeronáutica

Fuente: (UIT - Resolución 750, 2012)

10.4.2 Notas sobre referencias de prácticas regulatorias en otros países

10.4.2.1 Australia

Tabla 60 Notas nacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz – Australia

Nota nacional	Descripción
AUS3	En la sub-banda 1435–1535 MHz, se da prioridad al servicio de telemetría para el servicio móvil aeronáutico.
AUS87	Menciona la ubicación geográfica de varios observatorios astronómicos que realizan observaciones pasivas en la banda de 1200–1800 MHz, y que son muy susceptibles a interferencias.
AUS103	Indica la ubicación geográfica del observatorio de radioastronomía de Murchinson que opera en la banda de 700–1800 MHz.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Fuente: (Acma - ARFSP , 2013)

Tabla 61 Notas internacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz – Australia

Nota internacional	Descripción
5.208B	Hace referencia a la (UIT - Resolución 739, 2007) que menciona aspectos de compatibilidad entre los servicios de Radioastronomía y Espaciales, en las sub-bandas de 1452–1492 MHz y 1525–1610 MHz.
5.328B	Algunas disposiciones sobre los servicios de Radionavegación por Satélite en las sub-bandas de 1559–1610 MHz.
5.329A	En la sub-banda de 1559–1610 MHz no permite aplicaciones de seguridad en el servicio de radionavegación por satélite.
5.338A	En la sub-banda de 1427–1452 MHz se aplica la (UIT - Resolución 750, 2012), que detalla algunos aspectos de compatibilidad aplicables al servicio de Exploración de la Tierra por satélite.
5.340	Se prohíben todas las emisiones en 1400–1427 MHz.
5.341	Se indica que algunos países realizan búsqueda de inteligencia extraterrestre en 1400–1727 MHz.
5.351	En las sub-bandas de 1525–1544 MHz y 1545–1559 MHz no se utilizarán para enlaces de conexión de ningún servicio.
5.351A	En las sub-bandas 1518–1544 MHz y 1545–1559 MHz se aplica lo dispuesto en (UIT - Resolución 212, 2007) y (UIT - Resolución 225, 2012) para el servicio móvil por satélite pueden ser utilizadas para el componente satelital de las IMT.
5.353A	Los procedimientos de la Sección II del Artículo 9 al servicio móvil por satélite en la banda 1530–1544 MHz debe satisfacer primero las necesidades del SMSSM.
5.354	La utilización de las bandas 1525–1559 MHz y 1626,5–1660,5 MHz para los servicios móviles por satélite, está sujeta a coordinación a tenor del número 9.11A.
5.356	El empleo de la banda 1544–1545 MHz para el servicio móvil por satélite está limitado a comunicaciones de socorro y seguridad.

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

10.4.2.2 Estados Unidos

Tabla 62 Notas nacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz para uso federal – Estados Unidos

Nota nacional	Descripción
US37	En la banda 1427–1432 MHz, las operaciones federales (excepto los dispositivos del servicio de telemetría médica) están en una base de no interferencia con las operaciones no federales.
US78	En la banda 1435–1525 MHz, atribuidas al servicio móvil deben ser asignadas para telemetría aeronáutica y las operaciones de tele-comando para pruebas de vuelo de misiles o aeronaves.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Nota nacional	Descripción
US83	En la banda 1432–1435 MHz, las estaciones federales en los servicios de móvil y fijo podrán operar indefinidamente en una serie de sitios y sus áreas de influencia especificadas.
US208	La planeación y uso de la banda 1559–1626,5 MHz necesitan el desarrollo de criterios técnicos y/o operativos de compartición para garantizar el máximo grado de compatibilidad con los sistemas existentes y previstos en la banda.
US246	No se permiten estaciones que transmitan en 1400–1427 MHz.
US260	La banda 1559–1626,5 MHz es una de las bandas que debe satisfacer las comunicaciones móviles aeronáuticas, como parte integral de los sistemas de radionavegación aeronáutica
US308	En la banda 1549,5–1558,5 MHz, aquellos requerimientos del servicio móvil aeronáutico por satélite que no puedan ser acomodados en 1545–1549,5 MHz y 1558,5 – 1559 tienen prioridad.
US309	En la banda 1545-1559 MHz, las transmisiones desde estaciones aeronáuticas terrenales a estaciones de aeronave, o entre estaciones de aeronave, en el servicio móvil aeronáutico (R) están también autorizadas cuando esas transmisiones son destinadas a aumentar o complementar los enlaces por satélite y estaciones de aeronave.
US315	En la banda 1530–1544 MHz los servicios de GMDSS.
US343	Se podrá autorizar el uso de 1559–1610 MHz para las estaciones de DGPS, limitado a transmisores terrestres y con el propósito específico de transmitir información DGPS para la navegación aérea.
US350	En la banda 1427–1432 MHz el uso federal y no federal está limitado a servicios fijos y móviles terrestres de telemetría y telecomando.
US380	En las bandas 1525–1544 MHz, 1545–1559 MHz un licenciatario no federal del servicio móvil por satélite, también puede operar la parte terrestre de su sistema, siempre y cuando este sujeto a las condiciones de la Comisión.
US398	El uso de la banda 1427–1432 MHz, por parte de operaciones aéreas o espacio–Tierra están prohibidas, excepto para los enlaces descendentes del servicio móvil terrestre en sistemas no geoestacionarios

Fuente: (FCC - CFR Part 47 , 2014)

Tabla 63 Notas internacionales que afectan la banda 1400-1600 MHz para uso federal– Estados Unidos

Nota internacional	Descripción
5.340	Se prohíben todas las emisiones en 1400 – 1427 MHz.
5.341	Se indica que algunos países realizan búsqueda de inteligencia extraterrestre en 1400–1727 MHz.
5.351	En las sub-bandas de 1525–1544 MHz y 1545–1559 MHz no se utilizarán para enlaces de conexión de ningún servicio



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

5.356	El empleo de la banda 1544–1545 MHz para el servicio móvil por satélite está limitado a comunicaciones de socorro y seguridad.
--------------	--

Fuente: (UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones, 2012)

10.5 Equipo de trabajo

Para la ejecución de este estudio, se celebró el contrato 060 del 2013 entre la Agencia Nacional del Espectro y Tachyon Ltda. Este contrato tuvo por objeto *“la realización del estudio técnico y económico de las bandas de frecuencias identificadas para IMT según el reglamento de radio de la uit edición del 2012 y que aún no han sido usadas para la implementación de este tipo de sistemas en Colombia, así como de las nuevas bandas de frecuencia que se encuentren en análisis por parte de los grupos de estudio de la UIT dentro del marco del punto 1.1. de la agenda para conferencia mundial de radiocomunicaciones del 2015 (CMR-15)”*

El Presnete documento de consulta pública, hace parte del entregable número 4 del contrato mencionado.

Para ejecutar estos trabajos, Tachyon contó con el siguiente equipo de trabajo:

Tabla 64 Equipo de trabajo

Nombre	Función en el proyecto
Julián Gómez	Directo del Proyecto
Martin Cave	Profesional Senior en Economía
Rodrigo Bazarro	Profesional Senior Técnico
Francisco Castro	Profesional Senior en Derecho
Pekka Reijonen	Profesional Junior
Patricio Boric	Profesional Junior
Celso Forero	Profesional Junior
Jady Caballero	Profesional Junior

Fuente: Tachyon Ltda.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

11 Bibliografía

OFCOM - IR 2030 Licence Exempt SRD. (diciembre de 2011). IR 2030 - UK Interface Requirements 2030. Licence Exempt Short Range Devices. London, UK.

UIT-M.1036-4. (2012). *Recommendation IT-R M.1036-4: Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identified for IMT in the Radio Regulations (RR).*

UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones. (2012). *Reglamento de Radiocomunicaciones.*

ANE - BD 450-470 MHz. (2013). *Base de datos ocupación 450-470 MHz.*

MinComunicaciones - Resolución 908. (2003). *Por la cual se atribuyen unas bandas de frecuencias radioeléctricas para la operación y prestación de los Servicios de Comunicación Personal -PCS- y se dictan otras disposiciones.*

MinTIC - Resolución 2544. (2009). *Por la cual se atribuyen unas bandas de frecuencias para su libre utilización dentro del territorio nacional, mediante sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, y se dictan otras disposiciones.*

CMR. (2007). *Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones.*

IC - Consultation SMSE-018-12. (diciembre de 2012). *Consultation on Spectrum Utilization Policies and Technical Requirements Related to Backhaul Spectrum in Various Bands, Including Bands Shared With Satellite, Mobile and Other Services.* Canadá.

ANE - BD 2300-2400 MHz. (2013). *Base de Datos Ocupación 2300-2400 MHz.*

Unión Europea - 2006/771/EC. (2006). *On harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices.*

Unión Europea - 2008/432/EC. (2008). *Amending Decision 2006/771/EC on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices.*

Unión Europea - 2009/381/EC. (2009). *Amending Decision 2006/771/EC on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices.*

Unión Europea - 2010/368/EU. (2010). *Amending Decision 2006/771/EC on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices.*

Unión Europea - 2011/829/EU. (2011). *Amending Decision 2006/771/EC on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices.*

UIT - M.2024. (2000). *Resumen de los resultados de la encuesta de utilización del espectro.*

3GPP - TR36.840. (2013). *LTE 450 in Brazil Work Item Technical Report.*

Dane. (2010). *Proyecciones nacionales y departamentales de población 2005-2020.*



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

MinComunicaciones -Resolución 407. (1995). *Por la cual se adopta una distribución de canales a 12.5 Khz entre frecuencias portadoras, para los sistemas monocanales de voz que operan en las siguientes bandas de frecuencias:138-144Mhz, 148-174Mhz, 225-245 Mhz, 440-470 Mhz y de 482 a 512 Mhz.*

MinTIC - Resolución 473. (2010). *Por la cual se atribuyen, a título secundario, unas frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas para su libre utilización, dentro del territorio nacional, mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia y se dictan otras disposiciones.*

ANE-CNABF. (2013). *Propuesta de Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia.*

MinComunicaciones - Resolución 1713. (2004). *Por la cual se dictan normas sobre los Servicios Especiales de Telecomunicaciones que utilicen Sistemas de Radiocomunicación Cívico Territorial, y se expiden otras disposiciones.*

MinComunicaciones - Resolución 2190. (2003). *Por la cual se adoptan medidas en materia del ordenamiento técnico del Espectro Radioeléctrico para utilizar radios portátiles de baja potencia y corto alcance de operación itinerante y se dictan otras disposiciones.*

CDG - 450-470 MHz Band. (2013). *CDMA2000 in the 450-470 MHz Band.*

Tachyon - PMAE Fuerza Pública. (2012). *Servicios de Consultoría para elaborar y proponer el Plan Maestro de Administración de Espectro para su implementación por parte de la Agencia Nacional del Espectro - Fuerza Pública.* Bogotá.

MinComunicaciones - Resolución 1201. (2004). *Por la cual se atribuyen y designan unas frecuencias radioeléctricas de uso libre para la operación del Sistema Nacional de Radiocomunicación de Emergencia Ciudadana en desarrollo de los Servicios Auxiliares de Ayuda, y se dictan otras disposiciones.*

MinTIC - Resolución 473. (23 de abril de 2010). *Por la cual se atribuyen, a título secundario, unas frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas para su libre utilización, dentro del territorio nacional, mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia y se dictan otras disposiciones.*

ANE - BD 1,4-1,6 GHz. (2013). *“Base de datos Ocupación 1,4-1,6 GHz”, Agencia Nacional del Espectro, 2013.*

UIT - Reglamento de Radiocomunicaciones. (2012). *Reglamento de Radiocomunicaciones.*

UIT - Resolución 750. (2012). *Compatibilidad entre el servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) y los servicios activos pertinentes. Compatibilidad entre el servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) y los servicios activos pertinentes .*

4G Americas - Mobile Market Shares by Technology. (2013). <http://www.4gamericas.org>. Recuperado el 5 de febrero de 2014, de <http://www.4gamericas.org/index.cfm?fuseaction=page&pageid=565>

Motorola - iDEN. (7 de febrero de 2013). iDEN NETWORKS. *iDEN NETWORKS* .



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

CNET - Sprint Shut down Netxtel iDEN. (1 de mayo de 2013). *CNET*. Recuperado el 5 de febrero de 2014, de CNET.

Tachyon - E1 Bandas IMT. (2013). Entregable 1 - Tendencias . *Entregable 1 - Tendencias* .

ANE - CNABF. (2013). *Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia*.

WP5D - Capítulo 3. (2013). General Aspects. *General Aspects* .

UIT - Reporte M.2243. (diciembre de 2011). Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for IMT. *Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for IMT* .

UIT - Reporte M.2072. (octubre de 2006). World mobile telecommunication market forecast. *World mobile telecommunication market forecast* .

JTG4/5/6/7 - Anexo 7. (noviembre de 2013). WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE SATELLITE SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEM 1.1. *WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE SATELLITE SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEM 1.1* .

AppBrain. (6 de febrero de 2014). *www.appbrain.com*. Recuperado el 6 de febrero de 2014, de <http://www.appbrain.com/stats/number-of-android-apps>

Phonearena. (23 de octubre de 2013). *Phonearena*. Recuperado el 06 de febrero de 2014, de Phonearena: http://www.phonearena.com/news/iOS-App-Store-now-has-1-million-apps-1-billion-songs-played-in-iTunes-Radio_id48577

Portio Resarch. (2013). *www.portioresearch.com*. Recuperado el 6 de febrero de 2014, de [www.portioresearch.com: http://www.portioresearch.com/en/major-reports/current-portfolio/mobile-applications-futures-2013-2017.aspx](http://www.portioresearch.com/en/major-reports/current-portfolio/mobile-applications-futures-2013-2017.aspx)

Cisco - Visual Networking Index. (4 de febrero de 2014). Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2013–2018. *Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2013–2018* .

GlobalWebIndex - Summary. (enero de 2014). *www.slideshare.net*. Recuperado el 6 de febrero de 2014, de [www.slideshare.net: http://www.slideshare.net/globalwebindex/gwi-social-summary-2014](http://www.slideshare.net/globalwebindex/gwi-social-summary-2014)

Cisco - Forecast 2012 2017. (s.f.). *www.cisco.com*. Recuperado el 6 de febrero de 2014, de [www.cisco.com: http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_mobile_forecast_highlight/index.html](http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_mobile_forecast_highlight/index.html)

3GPP - TS 36.101. (2013). *Evolved Universal Terrestrial Radio Acces (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception*.

Huawei - Whitepaper on Spectrum. (2013). *Whitepaper on Spectrum*.

IC - Commercial Mobile Spectrum Outlook. (7 de marzo de 2013). Recuperado el 19 de agosto de 2013, de [www.ic.gc.ca: http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09446.htm](http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09446.htm)



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

4G Americas - LTE Networks in Latin America. (junio de 2013). Recuperado el 13 de julio de 2013, de www.4gamericas.org: <http://www.4gamericas.org/index.cfm?fuseaction=page&pageid=1944>

Cofetel - Comunicado 52. (2010). *Comunicado de Prensa No. 52/2010*. Comisión de Telecomunicaciones, México.

MinTIC - Resolución 449. (2013). *Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para otorgar permisos para el uso de hasta 225 MHz de espectro radioeléctrico en las bandas de 1.850 MHz a 1.990 MHz, 1.710 MHz a 1.755 MHz pareada con 2.110 MHz a 2.155 MHz y 2.500 MHz a 2.690*.

Heanet - WiMAX Future. (29 de abril de 2010). Recuperado el 19 de agosto de 2013, de www.heanet.ie: <http://www.heanet.ie/sites/default/files/wimax-air-speed-20100428.pdf>

BGR - T-Mobile to debut LTE-Advanced 'features' . (26 de junio de 2013). Recuperado el 19 de agosto de 2013, de www.bgr.com: <http://bgr.com/2013/06/26/t-mobile-lte-advanced-features/>

Engadget - Qualcomm outs global LTE chip. (22 de febrero de 2013). Recuperado el 19 de agosto de 2013, de www.engadget.com: <http://www.engadget.com/2013/02/22/qualcomm-first-global-lte-chip/>

Xbit - Intel Introduces 4G/LTE Solution. (25 de febrero de 2013). Recuperado el 19 de agosto de 2013, de www.xbitlabs.com: http://www.xbitlabs.com/news/mobile/display/20130225212759_Intel_Introduces_One_of_the_World_s_Smallest_4G_LTE_Multimode_MultiBand_Solution.html

Arstechnica - Qualcomm's global LTE chip. (22 de febrero de 2013). Recuperado el 19 de agosto de 2013, de [www.arstechnica.com](http://arstechnica.com): <http://arstechnica.com/gadgets/2013/02/qualcomms-global-lte-chip-could-help-end-iphone-fragmentation/>

ANE - Base de Datos. (2013). *Agencia Nacional del Espectro, Base de Datos*.

ANE - BD 3,6-3,8 GHz. (2013). *"Base de datos Ocupación 3,6-3,8 GHz", Agencia Nacional del Espectro, 2013*.

4G - LTE Map. (2014). Recuperado el 30 de enero de 2014, de www.4g-map.info: <http://4g-map.info/>

GSA- Status LTE Ecosystem. (2014). *GSA Status of the LTE Ecosystem Report: 1371 LTE user devices launched by 132 suppliers*.

4G LTE Mall. (2014). www.4gltemall.com. Recuperado el 14 de febrero de 2014, de <http://www.4gltemall.com>

Ericsson-Marconi - Long Haul. (2006). *SDH long-haul microwave systems*.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

UIT - Reporte M.2109. (2007). *Sharing studies between IMT-Advanced systems and geostationary satellite networks in the fixed-satellite service in the 3400-4200 and 4500-4800 MHz frequency bands.*

UIT Resolución 223. (1999). UIT Resolución 223.

UIT - M.1036-4. (2012). *Recommendation ITU-R M.1036-4: Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identified for IMT in the Radio Regulations (RR).*

4G - LTE Map. (2013). Recuperado el 31 de octubre de 2013, de www.4g-map.info: <http://4g-map.info/>

Heanet - WiMAX Future. (29 de abril de 2010). www.heanet.ie. Recuperado el 30 de octubre de 2013 , de <http://www.heanet.ie/sites/default/files/wimax-airspeed-20100428.pdf>

Stake Holders - LTE and HSPA device availability in UK-relevant frequency bands. (s.f.). Recuperado el 30 de octubre de 2013 , de <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/award-800mhz/statement/RW-lte.pdf>

ANE - BD 2300-2400 MHz. (2013). "Base de datos Ocupación 2300-2400 MHz", Agencia Nacional del Espectro.

TelSystems - Fundamental of WiMax. (2010).

CEPT - Report 172. (2012). *Broadband Wireless Systems Usage in 2300-2400 MHz.*

Unam. (2009). *Modelado de redes WiMax.*

UK Broadband - First commercial 4G TD LTE system. (septiembre de 2012). www.ukbroadband.com. Recuperado el 30 de septiembre de 2013, de <http://www.ukbroadband.com/about-us/press-releases/press-release-1>.

VelaTel - VelaTel is Ready for 3.5GHz TD-LTE Networks. (22 de marzo de 2012). Recuperado el 30 de septiembre de 2013, de www.velatel.com: <http://www.velatel.com/velatel-is-ready-for-3-5ghz-td-lte-networks>

UIT - Reporte M.2109. (2007). "REPORT ITU-R M.2109: Sharing studies between IMT-Advanced systems and geostationary satellite networks in the fixed-satellite service in the 3400-4200 and 4500-4800 MHz frequency bands", Union Internacional de Telecomunicaciones, 2007.

3GPP - TR 37.801. (2013). *TR 37.801 UMTS-LTE 3500 MHz Work Item Technical Report.*

CEPT ECC - Decision (11) 06. (2011). *Harmonised frequency arrangements for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the bands 3400-3600 MHz and 3600-3800 MHz.*

TD Industry Alliance. (2013). *TDD Global Spectrum Report (2012).*



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

- FCC - Table of Frequency. (2013). *FCC Online Table of Frequency Allocations*.
- FCC - National Broadband Plan. (2010). *Connecting America: The National Broadband Plan*.
- IC - Table of Frequency Allocations 9 kHz to 275 GHz. (13 de julio de 2011). Recuperado el 13 de julio de 2013, de www.ic.gc.ca: <http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09686.html>
- Heanet - WiMAX Future. (29 de abril de 2010). Recuperado el 19 de agosto de 2013, de www.heanet.ie: <http://www.heanet.ie/sites/default/files/wimax-air-speed-20100428.pdf>
- OfCom - LTE and HSPA. (2012). *LTE and HSPA device availability in UK-relevant frequency bands*.
- GTI - Ecosystem LTE TDD 3.5 GHz. (2013). *The emerging ecosystem for LTE TDD networks at 3.5/3.6 GHz*.
- Shamsan, Z. et al - "Coexistence and Sharing between IMT-Advanced and Existing Fixed Systems". (2008). *Toward Coexistence and Sharing between IMT-Advanced and Existing Fixed Systems*.
- WiMax Forum - Coexistence with LTE Network . (2011). *Requirements for WiMAX Coexistence with LTE Network* .
- CDG - Brazil 450 MHz Band. (2011). *Brazil to expand Fixed and Mobile Telecommunications Services Nationwide using 450 MHz spectrum band*.
- Anatel - Licitação: banda larga urbana e rural. (2012). www.anatel.gov.br. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNivelDois.do?codItemCanal=1774&nomeVisao=In%EDcio&nomeCanal=Sala%20de%20Imprensa&nomeItemCanal=Licita%E7%E3o%20-%20banda%20larga%20urbana%20e%20rural>
- Citel - CCP.II REC31 (XVII). (2011). *Informe Final XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente II: Radiocomunicaciones Incluyendo Radiodifusión*.
- Citel - CCP.II REC32 (XVII-12). (2012). *Informe Final XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente II: Radiocomunicaciones Incluyendo Radiodifusión*.
- Citel - CCP.II Reunión XVII. (2011). *Informe Final XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente II: Radiocomunicaciones Incluyendo Radiodifusión*.
- Citel - CCP.II-RADIO doc.2540. (2011). *Documento 2540*.
- Telecoms - 450 MHz band has great potential. (3 de octubre de 2012). <http://www.telecoms.com>. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de <http://www.telecoms.com/50098/450mhz-band-has-great-potential-even-for-lte/>
- CDG - First commercial CDMA450 network in Argentina. (5 de octubre de 2006). www.cdg.org. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de http://www.cdg.org/news/press/2006/Oct05_06.as



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

CDG - Statistics. (29 de octubre de 2013). <http://www.cdg.org>. Recuperado el 30 de octubre de 2013, de http://www.cdg.org/resources/cdma_stats.asp

CDG - CDMA Global. (2011). *Code Division Multiple Access Global*.

Dane - Proyecciones 2005-2020. (2010). *Proyecciones nacionales y departamentales de población 2005-2020*.

UIT - Resolución 1343. (octubre de 2012). Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones - 2015. *Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones - 2015*.

UIT - R - Study Groups. (mayo de 2010). ITU-R Study Groups. *ITU-R Study Groups*.

UIT - Recomendación M.1036. (marzo de 2012). Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of IMT in the bands identified for IMT in the RR. *Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of IMT in the bands identified for IMT in the RR*.

UIT - Reporte M.2039. (11 de 2010). Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyses. *Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyses*.

WP5D - Capítulo 3. (2013). General Aspects. *General Aspects*.

JTG4/5/6/7 - Anexo 5. (octubre de 2013). Working Documents on Items Relating to the Broadcasting Service for WRC-15 Agenda Items 1.1 and 1.2.

JTG4/5/6/7 - Anexo 6. (noviembre de 2013). WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE TERRESTRIAL SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEMS 1.1 AND 1.2. *WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE TERRESTRIAL SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEMS 1.1 AND 1.2*.

JTG4/5/6/7 - Anexo 7. (noviembre de 2013). WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE SATELLITE SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEM 1.1. *WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE SATELLITE SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEM 1.1*.

JTG4/5/6/7 - Anexo 8. (noviembre de 2013). WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO SCIENCE SERVICES FOR WRC-15 AGENDA ITEMS 1.1. *WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO SCIENCE SERVICES FOR WRC-15 AGENDA ITEMS 1.1*.

JTG4/5/6/7 - Anexo 5. (octubre de 2013). WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE BROADCASTING SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEMS 1.1 AND 1.2. *WORKING DOCUMENTS ON ITEMS RELATING TO THE BROADCASTING SERVICE FOR WRC-15 AGENDA ITEMS 1.1 AND 1.2*.

Ofcom - UKFT 2013. (febrero de 2013). UNITED KINGDOM FREQUENCY ALLOCATION TABLE. *UNITED KINGDOM FREQUENCY ALLOCATION TABLE*.

CEPT - MA02revCO07. (julio de 2007). For the revision of the Special Arrangement of the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT) relating to the use of the band 1452 – 1479.5 MHz for Terrestrial Digital Audio Broadcasting (T-



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

DAB), Maastricht, 2002. *For the revision of the Special Arrangement of the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT) relating to the use of the band 1452 – 1479.5 MHz for Terrestrial Digital Audio Broadcasting (T-DAB), Maastricht, 2002 .*

Ofcom - 1452 - 1492 MHz Auction. (2007). Award of spectrum: 1452-1492 MHz. *Award of spectrum: 1452-1492 MHz .*

Acma - ARFSP . (enero de 2013). Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2013. *Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2013 .*

UIT - Resolución 739. (2007). Compatibilidad entre el servicio de radioastronomía y los servicios espaciales activos en ciertas bandas de frecuencias adyacentes o próximas . *Compatibilidad entre el servicio de radioastronomía y los servicios espaciales activos en ciertas bandas de frecuencias adyacentes o próximas .*

UIT - Resolución 212. (2007). Introducción de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz. *Introducción de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz .*

UIT - Resolución 225. (2012). Utilización de bandas de frecuencia adicionales para la componente de satélite de las IMT . *Utilización de bandas de frecuencia adicionales para la componente de satélite de las IMT .*

FCC - CFR Part 47 . (28 de enero de 2014). *Electronic Code of Federal Regulations*. Recuperado el 30 de enero de 2014, de Electronic Code of Federal Regulations: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b9a0ff1c2d53a4926efd2aa8a01109fc&node=47:1.0.1.1.16.3.236.5&rqn=div8>

Qualcomm - Mobile Broadband. (12 de mayo de 2011). Overview on mobile broadband technologies. *Overview on mobile broadband technologies .*

PLUM - SDL 1400 MHz. (4 de junio de 2011). Economic study of benefits from use of 1452 - 1492 MHz for a supplemental mobile downlink for enhanced multimedia and broadband services. *Economic study of benefits from use of 1452 - 1492 MHz for a supplemental mobile downlink for enhanced multimedia and broadband services .*

JTG4/5/6/7 - Anexo 3. (octubre de 2013). Working Document Towards Preliminary Draft CPM Text for CMR-15.

CEPT - RAS/IMT. (septiembre de 2013). Initial compatibility study of IMT systems with the RAS in the 410 MHz – 6 GHz range. *Initial compatibility study of IMT systems with the RAS in the 410 MHz – 6 GHz range .*

FCC - CFR Part 47. (28 de enero de 2014). www.ecfr.gov. Recuperado el 30 de enero de 2014, de Electronic Code of Federal Regulations: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b9a0ff1c2d53a4926efd2aa8a01109fc&node=47:1.0.1.1.16.3.236.5&rqn=div8>



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

OfCom - UKFT . (febrero de 2013). United Kingdom Frequency Allocation Table. *United Kingdom Frequency Allocation Table* .

ACMA - ARFSP 2013. (enero de 2013). Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2013.

CEPT - RAS/IMT. (septiembre de 2013). Initial compatibility study of IMT systems with the RAS in the 410 MHz – 6 GHz range.

UIT - Rec. ITU-R F.635-7. (2013). *Radio-frequency channel arrangements based on a homogeneous pattern for fixed wireless systems operating in the 4 GHz (3400-4200 MHz) band*.

UIT - Reporte M.2078. (2006). *Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced*.

CEPT - ECC/DEC/(07)02 . (2007). *Availability of frequency bands between 3400-3800 MHz for the harmonised implementation of Broadband Wireless Access systems (BWA)* .

OfCom - UKFT. (febrero de 2013). United Kingdom Frequency Allocation Table.

Unión Europea - Decision 2008/411/EC. (mayo de 2008). On the harmonisation of the 3400-3800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community.

ACMA - ARFSP. (enero de 2013). Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2013.

FCC - CFR Part 47. (28 de enero de 2014). *www.ecfr.gov*. Recuperado el 30 de enero de 2014, de Electronic Code of Federal Regulations: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b9a0ff1c2d53a4926efd2aa8a01109fc&node=47:1.0.1.1.16.3.236.5&rgn=div8>

Tachyon - E2 Bandas IMT. (2013). *E2 - Bandas IMT*.

JTG4/5/6/7 - Anexo 7. (noviembre de 2013). Working Documents on Items Relating to the Satellite Service for WRC-15 Agenda Item 1.1.

UIT - Reporte M.2243. (diciembre de 2011). Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for IMT.

CEPT - Candidate bands WRC15. (septiembre de 2012). Candidate bands for IMT in the context of WRC15. *Candidate bands for IMT in the context of WRC15* .

ACMA - 1.5 GHz mobile band. (mayo de 2012). Planning for mobile broadband within the 1.5 GHz mobile band. *Planning for mobile broadband within the 1.5 GHz mobile band* .

Waverman, L. (2009). Economic Impact of Broadband: An Empirical Study. En *Economic Impact of Broadband: An Empirical Study*. London: LECG.

Katz, R. y. (2010). Estimating Broadband Demand and Its Economic Impact in Latin America. En *Proceedings of the 4th ACORN-REDECOM Conference*. Brasilia.

OCDE. (2011). *Broad Technologies*.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 187 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

4G Americas - Espectro en la región América Latina. (agosto de 2013). Análisis de las recomendaciones de la UIT sobre el espectro en la región de América Latina.

Citel - CCP.II-RADIO/doc.3291. (2013). *Informe sobre los planes de implementación en las Américas para las bandas identificadas para las IMT en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT*. Comisión Interamericana de Telecomunicaciones.

3GPP - TS 25.101. (octubre de 2013). UMTS - User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD) . *UMTS - User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD)* .

3GPP - TS 25.102. (julio de 2013). UMTS - User Equipment (UE) radio transmission and reception (TDD). *UMTS - User Equipment (UE) radio transmission and reception (TDD)* .

GSMA - Spectrum in the EU. (2013). *Valuing the use of spectrum in the EU*.

Tachyon - Estrategia de liberación. (2014). *Propuesta de normatividad para realizar la atribución a título primario del servicio móvil de acuerdo con las conclusiones de los estudios técnicos y económicos de cada una de las bandas analizadas para los informes uno y dos. Adicionalmente, debe incluir los mecanismos de reserva y liberación de bandas en los casos donde fuera necesario y viable, así como una recomendación de estrategia tendiente a implementar la efectiva, oportuna y eficiente liberación de aquellas frecuencias que así lo requieran. Estrategia de liberación.*

Tachyon - E3 Resumen Ejecutivo. (2014). *Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos, y recomendaciones para la posible identificación del uso futuro de la banda para servicios IMT. Resumen Ejecutivo.*

Tachyon - E2 Resumen Ejecutivo. (2013). *Valoración económica de las bandas de frecuencia 450 MHz, AWS extendida y 2300 MHz. Resumen Ejecutivo* .

Tachyon - E1 Resumen Ejecutivo. (2013). *Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos y recomendaciones para el uso futuro de la banda para servicios IMT. Resumen Ejecutivo.*

Tachyon - E2 Modelo valoración. (2013). *Valoración económica de las bandas de frecuencia 450 MHz, AWS extendida y 2300 MHz. Modelo de Valoración.*

Tachyon - E2 Benchmark. (2013). *Valoración económica de las bandas de frecuencia 450 MHz, AWS extendida y 2300 MHz. Benchmark* .

Tachyon - E2 Parámetros valoración. (2013). *Valoración económica de las bandas de frecuencia 450 MHz, AWS extendida y 2300 MHz. Parámetros de valoración.*

Tachyon - E2 Resultados valoración. (2013). *Valoración económica de las bandas de frecuencia 450 MHz, AWS extendida y 2300 MHz. Resultados de valoración.*

Tachyon - E1 Banda 3500. (2013). *Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de*



SC-CER285490



GP-CER285491

licencias y equipos y recomendaciones para el uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 3500 MHz.

Tachyon - E1 Banda 2300. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos y recomendaciones para el uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 2300 MHz.

Tachyon - E1 Banda AWS. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos y recomendaciones para el uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda AWS.

Tachyon - E1 Banda 850 . (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos y recomendaciones para el uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 850 MHz.

Tachyon - E1 Banda 450. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos y recomendaciones para el uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 450 MHz.

Tachyon - E3 Banda 3600-3800 MHz. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos, y recomendaciones para la posible identificación del uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 3600-3800 MHz.

Tachyon - E3 Banda 2700-2900. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos, y recomendaciones para la posible identificación del uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 2700-2900 MHz.

Tachyon - E3 Banda 2050-2110. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos, y recomendaciones para la posible identificación del uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 2050-2110 MHz.

Tachyon - E3 Banda 1400-1600. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos, y recomendaciones para la posible identificación del uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 1400-1600 MHz.

Tachyon - E3 Banda 3300-3400. (2013). Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos, y recomendaciones para la posible identificación del uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 3300-3400 MHz.



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090

Tachyon - E3 Banda 512-698. (2013). *Estudios técnicos y económicos de la banda de frecuencias: análisis de ocupación, recomendaciones internacionales, inventario de licencias y equipos, y recomendaciones para la posible identificación del uso futuro de la banda para servicios IMT. Banda 512-698 MHz.*

Tachyon - E2 Manual de usuario. (2014). *Valoración económica de las bandas de frecuencia 450 MHz, AWS extendida y 2300 MHz. Manual de usuario.*



SC-CER285490



GP-CER285491

Agencia Nacional del Espectro-ANE

www.ane.gov.co

Dirección: Calle 93B #16-47 Piso 6 190 de 190

Teléfono: (57+1) 6000030

Fax: (57+1) 6000090