



**DOCUMENTO DE CONSULTA PÚBLICA SOBRE LAS
CONSIDERACIONES TÉCNICAS EN EL USO DE
LA BANDA DEL DIVIDENDO DIGITAL**

Enero 13 de 2012

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: ii de 8		

RESUMEN EJECUTIVO

El Dividendo Digital es el rango de espectro radioeléctrico en la banda UHF resultante de la transición de la televisión analógica a digital que, gracias a las ventajas en la propagación de la señal que esta banda de frecuencias ofrece, ha sido visto a nivel mundial como una oportunidad para ampliar la cobertura de los servicios de banda ancha, promoviendo la reducción de la “brecha digital”.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) identificó en la Región 2¹ la banda de 698 a 806 MHz, que corresponde a los canales UHF del 52 al 69, con un total de 108 MHz de espectro, para el uso en las Telecomunicaciones Móviles Internacionales – IMT, y la Resolución 224 (CMR-07) recomendó a las administraciones nacionales hacer uso de bandas por debajo de 1 GHz para el despliegue de las IMT; reconociendo entre otros: a) que la identificación de una banda para las IMT no excluye que dicha banda sea utilizada por otros servicios y aplicaciones a los que está atribuida, y, b) que (...) partes de las bandas 746-806 MHz y 806-862 MHz son utilizadas ampliamente en muchos países por otros sistemas y aplicaciones móviles terrenales, incluidas las radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro; de conformidad con la Resolución 646 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones CMR 2003, que insta a los países que conforman la Región 2 a armonizar regionalmente la banda de frecuencias radioeléctricas comprendida entre 746 y 806 MHz, para el despliegue de sistemas para la protección pública y las operaciones de socorro, así como para la salvaguarda de la vida humana.

Por su parte, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – Ministerio TIC, mediante Resolución 2623 de 2009, atribuyó y reservó “*dentro del territorio nacional, a título primario compartido, la banda de frecuencias de 698 MHz a 806 MHz, a los servicios radioeléctricos fijo y móvil terrestre, para la operación de servicios de radiocomunicaciones cuyo fin sea la protección pública, las operaciones de socorro y la mitigación de desastres para salvaguarda de la vida humana, y para proveer redes y servicios de telecomunicaciones que utilicen o lleguen a utilizar las Telecomunicaciones Móviles Internacionales, IMT*”.

Atendiendo las recomendaciones internacionales y considerando que la banda de 700 MHz es el único rango de espectro por debajo de 1GHz disponible en el corto plazo para ser usado por las IMT en Colombia, el Ministerio TIC y la ANE han incluido dentro de sus iniciativas la asignación de la banda de 700 MHz para estas aplicaciones como soporte al alcance de las metas del Plan Vive Digital.

¹ La Región 2 de la UIT corresponde a la región Américas.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: iii de 8		

En consecuencia, el Ministerio TIC y la ANE presentan al público en general el ***Documento de consulta pública sobre las consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital***, con el objetivo de generar el espacio para que el sector TIC opine sobre el plan de canalización más conveniente para la banda de 698 a 806 MHz y sobre la posibilidad de usar una parte de la banda para servicios de protección pública, operaciones de socorro y mitigación de desastres.

En relación con el uso de la banda del Dividendo Digital en Colombia, se destaca que actualmente está ocupada por servicios de radiodifusión de televisión analógica, con canales de cobertura nacional y regional. Sin embargo, el Ministerio TIC y la Comisión Nacional de Televisión - CNTV, están adelantando el proceso de migración de los radiodifusores que operan en este rango de espectro a otras bandas de frecuencias.

En países de Latinoamérica como Perú, Argentina, México y Chile, la banda de frecuencias de 700 MHz presenta una baja ocupación de servicios de radiodifusión, pero aún no hay una posición definitiva del gobierno en relación con el uso de la banda para sistemas IMT. Por el contrario, en Brasil y Venezuela, la banda de 698 a 806 MHz tiene una alta ocupación en servicios de radiodifusión de televisión analógica. Esta situación lleva a que estos dos gobiernos no tengan contemplado el uso de la banda en sistemas IMT en el corto plazo, aunque en el caso de Brasil se ha manifestado la necesidad de acelerar este proceso de definición.

Por otro lado, en consultas realizadas a representantes de estos países, se concluyó que ninguno de ellos está haciendo uso de la banda de 700 MHz para servicios de protección pública, operaciones de socorro y mitigación de desastres. Las bandas más usadas para este fin corresponden a 148-174 MHz, 380-400MHz, 450 MHz, 800 MHz y 4900 MHz. Sin embargo, estas bandas de frecuencias no han sido adoptadas de manera uniforme en todos los países. En este sentido, la tendencia en relación con la definición de bandas para este tipo de servicios y aplicaciones ha estado dominada por las decisiones tomadas por Estados Unidos. Con base en ello, según se especifica en el Informe UIT-R M.2033 3, actualmente algunos rangos o partes de la banda de 700 MHz se están utilizando o se proyecta utilizar por algunas administraciones nacionales para su aplicación en la protección pública y las operaciones de socorro, mediante el aprovechamiento de modernas tecnologías.

Respecto de las consideraciones técnicas sobre el uso de la banda del Dividendo Digital, uno de los elementos más importantes es la definición de las disposiciones de frecuencias presentadas por la UIT en la Recomendación UIT-R M.1036-3, en donde se especifican las bandas de guarda requeridas para la compatibilidad entre las IMT y otros servicios en bandas adyacentes, así como las posibilidades para la coexistencia entre sistemas TDD y FDD.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	
Página: iv de 8		

El plan de canalización sugerido por Estados Unidos y presentado en la disposición A4 de la Recomendación UIT-R M.1036-3, se encuentra incluido en las especificaciones del 3GPP y el WIMAX FORUM, razón por la cual existen tres redes LTE comerciales y cuatro en proceso de prueba (trial) a nivel mundial. No obstante, se ha concluido que esta disposición de frecuencias presenta una baja eficiencia en el uso del espectro, permitiendo aprovechar sólo 60 MHz de espectro para las IMT. Adicionalmente, no permite la asignación de bloques continuos, por ejemplo de 20 MHz, para promover el máximo aprovechamiento de las ventajas de las tecnologías de cuarta generación.

Desde el punto de vista técnico, el esquema de dos bloques continuos de 45 MHz sugerido por la disposición A5 que corresponde a la propuesta de la Asia-Pacific Telecommunity (APT) para sistemas FDD, es la opción de canalización que ofrece el mejor desempeño para el despliegue de sistemas IMT, obteniendo la mayor eficiencia en el uso del espectro. Esta canalización permite flexibilidad en la definición del tamaño de los bloques de espectro para un mejor ajuste con las características de las tecnologías disponibles y las necesidades del país, evita la utilización de bandas de guarda para la coexistencia entre sistemas FDD y TDD en la misma banda y ofrece una mayor cantidad de espectro para ser aprovechado en las IMT.

En la Reunión XVIII del CCP.II de CITELE realizada en el mes de noviembre de 2011 en Puerto Rico, la compañía Telefónica presentó una serie de argumentos en favor de este esquema de canalización y, adicionalmente, el mismo fue incluido en la recomendación CCP.II/REC. 30 (XVIII-11) “DISPOSICIONES DE FRECUENCIAS DE LA BANDA 698 – 806 MHz EN LAS AMÉRICAS PARA SERVICIOS MÓVILES DE BANDA ANCHA”, como una de las opciones de canalización de esta banda para la Región 2, soportada en el Proyecto de Revisión de la Recomendación UIT-R M.1036-3.

Para esta última canalización los desarrollos tecnológicos comerciales están proyectados para finales de 2012, dado que actualmente se están adelantando los estudios para la definición de las especificaciones técnicas definitivas de los equipos que hagan uso de esta canalización.

En conclusión, como resultado de este proceso de consulta pública se espera conocer la opinión del sector en relación con los siguientes temas:

- Interés por la banda de 700 MHz para el despliegue de servicios móviles.
- Destinación de parte de la banda de 700 MHz para uso por parte de servicios de protección pública, operaciones de socorro y mitigación de desastres.
- La opción de canalización de la banda de 700 MHz más conveniente para el país.
- Tamaño de los bloques de espectro para el proceso de asignación.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: v de 8		

- Bandas de guarda y otras consideraciones técnicas asociadas con el uso de la banda.

Las respuestas y comentarios al ***Documento de Consulta Pública sobre las consideraciones técnicas en el Uso de la Banda del Dividendo Digital***, deben ser enviados al correo electrónico consultadividendodigital@ane.gov.co o a la dirección Calle 93B # 16-47 Piso 6 antes del 10 de febrero de 2012.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	9
2	POLÍTICAS GENERALES	11
3	ANTECEDENTES.....	14
3.1	Atribución de la banda del Dividendo Digital en Colombia	15
3.2	La Banda del Dividendo Digital en Europa.....	16
3.3	La banda del Dividendo Digital en América (Región 2 UIT-R).....	17
3.3.1	Brasil	18
3.3.2	México	1
3.3.3	Perú.....	1
3.3.4	Venezuela	2
3.3.5	Argentina	3
3.3.6	Chile	3
3.3.7	Canadá.....	3
3.3.8	Estados Unidos	4
3.4	La Banda del Dividendo Digital en la región de Asia Pacífico (Región 3 UIT-R) ..	5
3.5	Uso del Espectro IMT en Colombia	6
3.6	Beneficios económicos de la banda del Dividendo Digital en América Latina	9
3.7	Tecnologías disponibles	11
3.8	Preguntas asociadas a la sección 3.....	14
4	OPCIONES DE CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE 698 A 806 MHz	14
4.1	Disposición de frecuencias A4 – Plan de canalización de Estados Unidos	15
4.2	Disposición de frecuencias A5 y A6 – Plan de canalización APT	19
4.3	Disposición de frecuencias A7	22
4.4	Análisis comparativo de las opciones de canalización	23
4.5	Bandas para seguridad pública.....	24
4.6	Preguntas asociadas a la sección 4.....	28
5	METODOLOGÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE COMENTARIOS	29
	Bibliografía.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos Generales sobre uso de la banda de 700 MHz en América	20
Tabla 2. Bandas IMT identificadas por la UIT	7
Tabla 3. Beneficio económico comparado según utilización de la banda de 700 MHz (Cifras en Millones de Dólares, excepto la cifra de empleo).....	10
Tabla 4 Beneficio económico comparado según utilización de la banda de 700 MHz en Colombia (Cifras en Millones de Dólares, excepto la cifra de empleo).....	10
Tabla 5. Disposiciones de frecuencia para la banda de 698 a 960 MHz	15
Tabla 6. Disposición de frecuencia A3 - Unión Europea	15
Tabla 7. Análisis comparativo de las opciones de canalización	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Banda del Dividendo Digital para la Región 2	9
Figura 2. Plan de canalización de la banda de 700 MHz – USA	4
Figura 3. Uso de espectro IMT en Colombia.....	7
Figura 4. Asignación de espectro IMT en Colombia – 2011	8
Figura 5. Eficiencia Espectral LTE para diferentes anchos de banda.....	13
Figura 6. Disposición de Frecuencias A4 para la banda de 700 MHz	16
Figura 7. Sub - bandas definidas por 3GPP para LTE en banda de 700 MHz.....	16
Figura 8. Sub-bandas para redes WIMAX en la banda de 700 MHz	17
Figura 9. Espectro aprovechable para IMT en canalización A4.....	18
Figura 10. Plan de canalización A4 adaptado	19
Figura 11. Disposiciones A5 y A6 para la banda de 700 MHz - Plan de canalización APT	20
Figura 12. Plan de Canalización A5 adaptado a Colombia	22
Figura 13. Plan de canalización A6 adaptado a Colombia	22
Figura 14. Disposición de frecuencias A7 para la banda de 700 MHz.....	23
Figura 15. Plan de la banda de 700 MHz para servicios de seguridad pública.....	27

1 INTRODUCCIÓN

El Dividendo Digital es el rango de espectro radioeléctrico UHF resultante de la transición de la televisión analógica a digital que, gracias a las ventajas en la propagación de la señal que esta banda de frecuencias ofrece, ha sido visto a nivel mundial como una oportunidad para ampliar la cobertura de los servicios de banda ancha, ayudando en la reducción de la “brecha digital”.

Por su parte, la Resolución 224 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2007 (CMR-07) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) referida a las “bandas de frecuencia para el componente terrenal de las IMT² por debajo de 1GHz”, resuelve que “las administraciones que se encuentran implementando las IMT, o tengan previsto hacerlo, consideren la utilización de bandas identificadas para las IMT por debajo de 1 GHz y la posibilidad de la evolución de las redes móviles celulares hacia las IMT”, para lo cual se identificó en la Región 2³ la banda de 698 a 806 MHz, que corresponde a los canales UHF del 52 al 69, equivalente a 108 MHz de espectro, como se presenta en la siguiente figura:

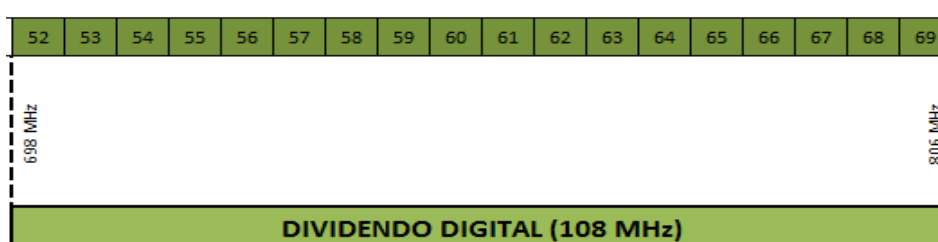


Figura 1. Banda del Dividendo Digital para la Región 2

Fuente: ANE

Como respuesta a dicha recomendación, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – Ministerio TIC, mediante Resolución 2623 de 2009, atribuyó y reservó “dentro del territorio nacional, a título primario compartido, la banda de frecuencias de 698 MHz a 806 MHz, a los servicios radioeléctricos fijo y móvil terrestre, para la operación de servicios de radiocomunicaciones cuyo fin sea la protección pública, las operaciones de socorro y la mitigación de desastres para salvaguarda de la vida humana, y para proveer redes y servicios de telecomunicaciones que utilicen o lleguen a utilizar las Telecomunicaciones Móviles Internacionales, IMT”, teniendo en consideración igualmente la Resolución 646 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones CMR

² La sigla IMT hace referencia a las Telecomunicaciones Móviles Internacionales

³ La Región 2 de la UIT corresponde a la región Américas.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 10 de 11		

2003, que insta a los países que conforman la Región 2 a armonizar regionalmente la banda de frecuencias radioeléctricas comprendida entre 746 y 806 MHz, cuyo fin es la protección pública y las operaciones de socorro, para salvaguarda de la vida humana.

En esta misma media, el Ministerio TIC incluyó dentro de las bandas identificadas a las IMT (450 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1700 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 2500 MHz) la asignación de la banda del Dividendo Digital o banda de 700 MHz, para el desarrollo de iniciativas de la dimensión de infraestructura del Plan Vive Digital con el fin de promover la expansión de la cobertura del internet móvil, favoreciendo el cumplimiento de la meta de 8,8 millones de conexiones a internet en el 2014⁴.

Para la ejecución de esta iniciativa del Plan Vive Digital, la Agencia Nacional del Espectro – ANE, en su calidad de organismo técnico asesor del Ministerio TIC, está adelantando los estudios técnicos necesarios para el desarrollo del proceso de asignación de espectro en la banda del Dividendo Digital, dentro de los cuales se encuentra la definición de los planes de canalización de la banda.

En consecuencia de ello, el Ministerio TIC y la ANE presentan al público en general el presente Documento de consulta pública sobre las consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital, con el objetivo de generar el espacio para que el sector TIC participe en la definición del marco técnico para el proceso de asignación de este espectro.

El resultado de este proceso se convertirá en uno de los insumos más importantes para el desarrollo de los demás estudios requeridos para la adecuada implementación y uso de esta banda de frecuencias. Adicionalmente, permitirá que Colombia esté alineada con los procesos que se están adelantando en la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones – CITELE, la cual espera definir la recomendación sobre el uso de la banda de 700 MHz en América en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2012 (CMR-12).

De esta forma, el documento de consulta pública presenta en el capítulo 2 las políticas generales del gobierno con el objetivo de identificar los lineamientos que deben servir de base para el análisis de la información y la elaboración de los comentarios sobre los temas que se consultan.

El capítulo 3 hace un resumen sobre el uso de la banda en Colombia y en otros países de la Región 2, presenta los puntos más importantes del estudio desarrollado por la Asociación GSM – GSMA sobre los beneficios económicos del Dividendo Digital en

⁴ Documento Vivo del Plan Versión 1.0 / Febrero de 2011

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 11 de 11		

América Latina y otros aspectos relevantes en el estado del arte sobre el uso de la banda de 700 MHz.

La descripción de las recomendaciones internacionales sobre los planes de canalización para la banda del Dividendo Digital y el análisis realizado por la ANE al respecto son detallados en el capítulo 4.

El último capítulo del documento detalla la metodología y los plazos para la presentación de comentarios.

2 POLÍTICAS GENERALES

Las condiciones técnicas de los procesos de asignación de espectro deben estar alineadas con el cumplimiento de los objetivos y las metas del gobierno y las políticas que rigen el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el país.

Las metas y objetivos del gobierno son analizados a partir de lo establecido por el Ministerio TIC en el Plan Vive Digital. De este modo, para el cumplimiento de la gran meta de multiplicar por cuatro veces el número de conexiones a internet, se ha incluido, en la dimensión de infraestructura, una iniciativa para expandir la cobertura de internet móvil, por tratarse de una solución apropiada para dar cobertura a estratos bajos y a zonas apartadas⁵.

Por otro lado, se tuvo en cuenta los lineamientos de política definidos por el gobierno para el sector TIC, tomando como referencia, en primer lugar, la Constitución Política de Colombia y lo establecido en la Ley 1341 de 2009 y el Decreto 2980 de 2011 en relación con el uso del espectro radioeléctrico, así como los lineamientos ya fijados en relación con la asignación de espectro para las IMT los cuales se encuentran en el Manual de Gestión Nacional del Espectro Radioeléctrico que se encuentra aún en desarrollo, el Documento de Política - Banda 2500 a 2690 MHz de marzo de 2010 y el Documento de Política de Asignación de Espectro IMT, publicado en Julio de 2011.

En este sentido, a continuación se resumen los criterios más relevantes que afectan la definición de las condiciones técnicas para el uso y asignación de una banda de frecuencias del espectro radioeléctrico:

1. El artículo 75 de la Constitución Política de Colombia define que *“El espectro electromagnético es un bien público inenajenable e imprescriptible sujeto a la*

⁵ Presentación de Febrero de 2011, disponible en <http://vivedigital.gov.co/descargas.php>

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 12 de 11		

gestión y control del Estado. Se garantiza la igualdad de oportunidades en el acceso a su uso en los términos que fije la ley.

Para garantizar el pluralismo informativo y la competencia, el Estado intervendrá por mandato de la ley para evitar las prácticas monopolísticas en el uso del espectro electromagnético”

2. El artículo 2 de la Ley 1341 de 2009 define como principio orientador, entre otros, la neutralidad tecnológica, el cual establece que *“el Estado garantizará la libre adopción de tecnologías, teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia, que permitan fomentar la eficiente prestación de servicios, contenidos y aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y garantizar la libre y leal competencia, y que su adopción sea armónica con el desarrollo ambiental sostenible”*

Como complemento a este marco normativo de carácter general se tiene lo establecido en el Decreto 2980 del 19 de Agosto de 2011 en relación con la definición del tope de espectro por proveedor de redes y servicios móviles terrestres. Según el artículo 1 de dicho Decreto:

“Una vez culminado el proceso para otorgar permisos en la banda de 1710MHz a 1755 MHz y 2110 MHz a 2155 MHz y en la banda de 2500 MHz a 2690 MHz, el tope máximo de espectro radioeléctrico para uso en servicios móviles terrestres por proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones, quedará así:

- a) 85 MHz para las bandas altas (Entre 1710 MHz y 2690 MHz).*
- b) 30 MHz para las bandas bajas (Entre 698 MHz y 960 MHz).”*

Adicionalmente, atendiendo las recomendaciones de la UIT planteadas en el Manual de Gestión Nacional del Espectro Radioeléctrico, los siguientes son lineamientos de política importantes para una correcta gestión del espectro:

1. Armonización internacional de la atribución del espectro radioeléctrico.
2. Planificación estratégica para la utilización del espectro radioeléctrico.
3. Acceso democrático al espectro radioeléctrico.
4. Fomento estatal para la utilización del espectro en radiocomunicaciones sociales, científicas, oficiales, de seguridad y protección pública, socorro y mitigación de desastres.
5. Fomento a la publicidad de información sobre la atribución y uso del espectro radioeléctrico.
6. Aprovechamiento y uso racional y eficiente del espectro radioeléctrico.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 13 de 11		

Por su parte, el Documento de Política - Banda 2500 a 2690 MHz del 2010 presentó algunos lineamientos de política para el desarrollo e implementación de las IMT, dentro de los cuales se destacan los siguientes:

1. *“3° ARMONIZACIÓN DEL ESPECTRO: El espectro que se llegue a atribuir nacionalmente para las IMT deberá estar armonizado con el espectro identificado a nivel mundial y americano con el fin de lograr la itinerancia internacional y permitir el desarrollo de economías de escala”*

La armonización del espectro ofrece múltiples beneficios económicos y sociales a los usuarios de servicios de comunicaciones, al estado y a la industria. A continuación se listan los más importantes:

- Facilita la generación de economías de escala, favoreciendo la disminución de costos en los equipamientos de redes y el desarrollo dispositivos de usuario. Esto conlleva a precios más asequibles en equipos y servicios, impulsando el acceso universal.
 - Reduce los problemas de interferencia en zonas de frontera.
 - Facilita el uso del mismo terminal en diferentes redes a nivel mundial (Roaming Internacional).
 - Disminuye la necesidad de usar bandas de guarda adicionales que afectan la eficiencia del espectro disponible.
 - Evita impactos en el valor del espectro dada la incertidumbre de posibles interferencias o los altos costos en el desarrollo de los equipos.
 - Ofrece certeza a la industria en la definición de las características de desarrollos tecnológicos.
2. *“5° ACCESO UNIVERSAL A LOS SERVICIOS: Se deberá propender porque los servicios de telecomunicaciones soportados en las IMT se encuentren disponibles y asequibles a todo el país y para todos los grupos sociales”*

A través de esto se promueve la utilización de tecnologías que favorezcan la expansión de la cobertura de los servicios soportados por las IMT, como el uso de bandas de frecuencia inferiores a 1GHz, donde las condiciones de propagación de la señal permiten llegar a zonas alejadas y mejora la cobertura de los servicios dentro de las edificaciones.

3. *“7° NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA. Se deberán brindar escenarios para la libre elección de tecnologías para la prestación de aplicaciones soportadas en las IMT, que demande el mercado”*

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 14 de 11		

4. *“10° COMPARTICIÓN DE SERVICIOS. Se deberán brindar escenarios para la compartición de otros servicios en las bandas dedicadas a las IMT, garantizando la utilización eficaz del espectro y la explotación de los sistemas radioeléctricos sin causar interferencia perjudicial”*

En este mismo sentido, el Documento de Política de Asignación de Espectro para IMT, publicado en Julio del 2011, define como requisito indispensable la realización de estudios para definir las condiciones de asignación de espectro con base en los cuales se lleve a cabo un proceso de discusión con la industria. Dichos estudios deben enfocarse en definir las condiciones para la asignación y uso del espectro con el fin de promover el uso eficiente del espectro y así alcanzar el máximo beneficio social para los colombianos. Con base en ello, y teniendo en cuenta las metas fijadas por el Gobierno Nacional en relación con el desarrollo del Internet móvil, en dicho documento se estableció necesario *“Promover la asignación de rangos de espectro continuo, de tal forma que permita la implementación de redes que soporten servicios de alta velocidad de transferencia de datos (Redes de tercera y cuarta generación), y de esta forma hacer un uso eficiente del espectro disponible, con el fin de contribuir al cumplimiento de las metas del Plan Vive Digital”*.

Con base en las anteriores consideraciones se ha planteado el análisis descrito en los capítulos subsiguientes, así como se espera que las mismas sirvan de fundamento para el análisis de los comentarios resultado de este proceso de consulta pública. En este sentido, y con el fin de hacer más productivo el proceso de análisis de las condiciones de asignación y uso de la banda del Dividendo Digital, la ANE y el Ministerio TIC esperan que la industria se enfoque en la normatividad y lineamientos de política ya establecidos para presentar la argumentación relativa a los temas que aquí se presentan para discusión.

3 ANTECEDENTES

Los asuntos relacionados con el uso de la banda del Dividendo Digital han sido objeto de estudio y discusión a nivel mundial, incluyéndose en las agendas de la CITELE y la UIT, así como en procesos de consulta pública realizados en diferentes países de América.

En este capítulo se presenta un resumen sobre la actual atribución y uso de la banda de 698 a 806 MHz en diferentes regiones del mundo, profundizando en la situación actual en Colombia y en Latinoamérica. De igual forma, se hace referencia a algunos estudios realizados a nivel internacional en relación con los beneficios de la banda del Dividendo Digital y un resumen de las características de las tecnologías actualmente disponibles que se pueden desplegar en esta banda con el propósito de ofrecer al sector una base de conocimiento común sobre la cual soportar la discusión de los temas objeto de consulta.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 15 de 11		

3.1 Atribución de la banda del Dividendo Digital en Colombia

El Ministerio TIC, mediante Resolución 2623 de 2009, atribuyó la banda de 698 a 806 MHz a servicios radioeléctricos fijo y móvil terrestres, en todo el territorio nacional, así.

“Artículo 1º. ATRIBUCIÓN Y RESERVA DE LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 698 MHz A 806 MHz. De conformidad con la Resolución 224 (CMR-07) de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones CMR 2007, se atribuye y reserva dentro del territorio nacional, a título primario compartido, la banda de frecuencias de 698 MHz a 806 MHz, a los servicios radioeléctricos fijo y móvil terrestre, para la operación de servicios de radiocomunicaciones cuyo fin sea la protección pública, las operaciones de socorro y la mitigación de desastres para salvaguarda de la vida humana, y para proveer redes y servicios de telecomunicaciones que utilicen o lleguen a utilizar las Telecomunicaciones Móviles Internacionales IMT. Se ordena la inscripción de dicha banda de frecuencias en el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias, en los términos previstos en la presente Resolución.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en coordinación con la Comisión Nacional de Televisión -CNTV - planificarán la banda de frecuencias de 698 MHz a 806 MHz de manera que se permita la ordenada migración y reubicación de los actuales titulares del servicio de radiodifusión de televisión a otras bandas de frecuencias atribuidas a dicho servicio y la consecuente y planificada asignación de espectro para la correcta compartición y operación de los servicios radioeléctricos fijo y móvil terrestre.”

Dado que la banda de 700 MHz estaba atribuida a servicios de radiodifusión de televisión analógica, el artículo 3 de esta misma Resolución definió el plan de implementación de la banda de frecuencias, estableciendo fechas límites para su uso en la operación del servicio de televisión terrestre.

En términos generales, la Resolución 2623 de 2009 establece que la banda de 698 a 806 MHz estará dedicada a los fines y servicios atribuidos en esta Resolución a partir del 01 de enero del año 2013. Adicionalmente, permite al Ministerio TIC iniciar el proceso de asignación de espectro en los rangos de frecuencias dentro de la banda de 700 MHz, que se encuentren libres en las fechas planeadas.

Para cumplir con lo estipulado en la Resolución, el Ministerio TIC y la Comisión Nacional de Televisión - CNTV están implementando el plan de migración de los operadores de televisión que operan en los canales UHF del 52 al 69, a otras bandas de frecuencias.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 16 de 11		

3.2 La Banda del Dividendo Digital en Europa

De acuerdo con los informes del Comité de Comunicaciones Electrónicas (ECC)⁶, se espera que a final del año 2012 los radiodifusores de los países de la Unión Europea finalicen el proceso de transición de televisión analógica a digital. Sin embargo, en UIT la fecha registrada corresponde a Junio del 2015.

Como resultado de este proceso, los países de Europa dispondrían de 72 MHz en la banda de 790 a 862 MHz para servicios de banda ancha móvil conforme a lo establecido por la UIT para la Región 1, para lo cual se realizaron estudios que condujeran a la armonización de la banda y la definición de las condiciones técnicas aplicables a la misma, regidos por los siguientes principios:

1. Definir arreglos comunes de frecuencia para su adopción en la mayor parte del territorio para facilitar la itinerancia mundial, la coordinación en fronteras y la generación de economías de escala. Adicionalmente, dichos arreglos deben ofrecer suficiente flexibilidad para la adopción según las circunstancias de cada uno de los países.
2. Considerar todos los métodos de duplexación (FDD, TDD, FDD-HD) asegurando la coexistencia y la eficiencia en el uso del espectro.
3. Coordinar con otras administraciones donde la banda sea usada para servicios de radiodifusión.

Conforme con estos principios, el reporte 31 de la ECC presentó los arreglos de frecuencias definidos para la banda de 790 a 862 MHz, uno de ellos para sistemas FDD con dos bloques pareados de 30 MHz, y el otro exclusivo para sistemas TDD.

La primera subasta de la banda de 800 MHz en Europa fue realizada en Alemania en el primer semestre del 2010, donde los operadores que resultaron ganadores de bloques pareados de 10 MHz, Telefónica O2, Vodafone y Deutsche Telekom, lanzaron comercialmente sus redes LTE durante el año 2011⁷. Procesos similares se llevaron a cabo en Suecia y España en Marzo y Agosto del 2011 respectivamente.

Otros países como Austria, Dinamarca, Francia, Suiza y Noruega han dado a conocer su decisión de hacer uso de la banda de 800 MHz para servicios de banda ancha móvil. Irlanda, por su parte, inició proceso de consulta pública para fijar su posición.

⁶ Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Brussels, 13.11.2007. COM(2007). Disponible en línea: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0700:FIN:en:PDF>

⁷ Global 3G and 4G Deployment Status HSPA / HSPA+ / LTE /November 2, 2011 Fuente: Informa Telecoms &Media, 4G Americas

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 17 de 11		

3.3 La banda del Dividendo Digital en América (Región 2 UIT-R)

Atendiendo el principio de armonización internacional, la ANE ha adelantado labores de consulta y seguimiento de las decisiones que se han tomado en los países de América en relación con la atribución y el uso de la banda de 700 MHz directamente con las administraciones de cada país, así como ha realizado seguimiento a los resultados de las reuniones realizadas en el marco del Comité Consultivo Permanente II (CCP.II) de la CITEL.

En el caso de CITEL, como resultado de la reunión XVII realizada en República Dominicana en Julio de 2011, este organismo resolvió establecer un “*grupo ad hoc para plantear el espectro del Dividendo Digital resultante de la transición a la Televisión Digital y oportunidades para aplicaciones convergentes*”⁸, y cuyo objetivo es considerar las cuestiones relativas al espectro relacionado con el Dividendo Digital y las oportunidades para aplicaciones convergentes incluyendo, entre otros:

- Estimación del tamaño del “dividendo digital” en cada uno de los países de la región y estimación de cuándo estará disponible;
- Posibles planes de bandas de frecuencias, teniendo en cuenta los planes de frecuencia que se están desarrollando en las regiones 1, 2 y 3 de la UIT y sus Recomendaciones relevantes;
- Oportunidades para el despliegue de redes y/o servicios de seguridad y protección pública;
- Oportunidades para el despliegue de redes y/o servicios convergentes de radiodifusión y telecomunicaciones, dando paso a nuevas aplicaciones;
- Tipos de servicios y aplicaciones que podrían introducirse;
- Métodos para evaluar el valor de mercado de la porción del espectro liberada por el cese de la televisión analógica;
- Optimización de los mecanismos para lograr un uso coordinado de las bandas de frecuencias en las áreas de frontera;

Adicionalmente, CITEL invitó a las administraciones y miembros para que envíen las respuestas al “*Cuestionario sobre uso actual y planificado de las banda de frecuencia 54-72 MHz / 76-88 MHz / 174-216 MHz 470-512 MHz / 512-698 MHz / 698-806 MHz*”, que se convierte en el insumo principal para el desarrollo del plan de trabajo del grupo de CITEL en relación con este tema.

⁸ CCP.II/RES. 76 (XVII-11)

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 18 de 11		

Como resultado de estas discusiones, Clovis Baptista, secretario ejecutivo de CITELE, afirmó que la posición de dicho organismo, no es tener como premisa que se deba restringir el uso de la banda ni a servicios de banda ancha móvil ni de radiodifusión⁹. Para ello, se analizarán posibles ofertas convergentes que hagan los radiodifusores, donde planteen aplicaciones innovadoras que puedan competir por el uso de la banda, y el resultado de las pruebas con sistemas de seguridad pública.

Por otro lado, mediante reuniones y consultas realizadas a las administraciones de países de América en relación con el uso de la banda del Dividendo Digital, se obtuvo un panorama general del estado de la misma, cuyos principales aspectos son detallados en la tabla 1. Los detalles relacionados con cada administración también son descritos en esta sección.

3.3.1 Brasil

El rango de frecuencias de 698 a 806 MHz se encuentra atribuido a servicios fijos, de radiodifusión y móviles según el Cuadro de Atribución, Destinación y Distribución de Bandas de Frecuencia de Brasil (Edición de 2010). Adicionalmente, se indica que la destinación de la banda de 614 a 746 MHz es para servicios de radiodifusión de sonidos e imágenes y retransmisión de televisión, y la banda de 746 a 806 MHz está destinada a la repetición de televisión.

Según la administración de Brasil, la banda del Dividendo Digital presenta una alta ocupación en servicios de radiodifusión de TV Analógica. De acuerdo con lo afirmado por ANATEL, la TV abierta tiene una alta importancia en Brasil, situación que no existe en otros países de la región¹⁰. Dada esta situación, la posición que ha dado a conocer Brasil es esperar la migración de la TV Analógica a Digital, proyectada para el año 2016, para que se lleven a cabo las discusiones sobre el uso del espectro resultante en servicios de banda ancha móvil.

Sin embargo, los operadores brasileños están solicitando al gobierno que dicha decisión no espere hasta el año 2016, debido a la importancia de la banda para ampliar la cobertura de la banda ancha móvil en el país. En este sentido, Joao Rezende, Presidente de ANATEL afirma que el análisis de esta situación va más allá de la competencia de ANATEL e involucra al Ministerio de las Comunicaciones de Brasil. Destaca adicionalmente que es una decisión tanto técnica como política.

⁹ Información tomada de artículo periodístico de TELETIME

¹⁰ Artículo de Mayo de 2011, disponible en

<http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=26140&sid=17>

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 19 de 11		

Por otro lado, Clovis Baptista resaltó la importancia de que Brasil presente una posición coordinada en el cuestionario enviado por CITELE, ya que este será una declaración de lo que el país va a hacer en el futuro y, como se mencionó previamente, será un importante insumo para el grupo de trabajo ad hoc destinado al análisis de la banda.



País	Uso actual	Uso Proyectado	Bandas IMT usadas	Atribución	Nivel de ocupación actual de la banda
Brasil	TV Analógica	TV Analógica Pruebas Seguridad Pública IMT (Estimado para 2016)	850 MHz 900 MHz 1800 MHz 1900 MHz 2100 MHz	FIJO RADIODIFUSIÓN Móvil	Alta ocupación en servicios de radiodifusión.
México	TV Analógica	IMT (Estimado para 2013)	850 MHz 1900 MHz AWS	FIJO MÓVIL Radiodifusión	Bajo nivel de ocupación
Argentina	TV Analógica	IMT	850 MHz 1900 MHz	RADIODIFUSIÓN FIJO	Bajo nivel de ocupación
Perú	TV Analógica	IMT	850 MHz 1900 MHz	SERVICIOS PÚBLICOS DE TELECOMUNICACIONES	Bajo nivel de ocupación Se está ejecutando plan de migración
Venezuela	TV Analógica	TV Digital	850 MHz 900 MHz 1800 MHz 1900 MHz	RADIODIFUSIÓN	Alta ocupación en radiodifusión.
Chile	TV Analógica	IMT	850 MHz 1900 MHz AWS	RADIODIFUSIÓN FIJO	Bajo nivel de ocupación

Tabla 1. Aspectos Generales sobre uso de la banda de 700 MHz en América
 Fuente: ANE

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 1 de 30		

3.3.2 México

La banda de frecuencias de 698 a 806 MHz se encuentra atribuida a servicios fijo, móvil y de radiodifusión, con las siguientes anotaciones:

- Se suscribió un protocolo entre México y Estados Unidos en relación con la adjudicación y uso de la banda de 698 a 806 MHz para servicios de radiocomunicación terrenal excepto radiodifusión en la frontera entre los dos países.
- Las asignaciones para los servicios fijo y móvil se otorgarán conforme al proceso de transición de la TV analógica a digital.

La banda de 700MHz está siendo usada por algunos radiodifusores de TV analógica, aunque se destaca que el proceso de migración de los operadores a otras bandas o el apagado de los equipos es viable para el gobierno mexicano debido a la baja ocupación de esta banda.

Previamente, COFETEL expresó su posición de esperar la evolución del mercado en relación con el uso de la banda del Dividendo Digital antes de empezar a usarla. Esta opinión coincide con los resultados de la consulta pública publicados en Febrero de 2011, donde no hubo consenso en las opiniones del sector relacionadas con el plan de canalización de la banda y el tipo de duplexación (FDD/TDD) conveniente. Con base en esto, COFETEL decidió esperar un tiempo antes de licitar la banda para permitir una mayor estabilidad de las tecnologías.

Sin embargo, la administración mexicana se encontraba también a la espera de decisiones judiciales en relación con el uso de esta banda de frecuencias que imposibilitaban el inicio de acciones más concretas en la definición del uso de la banda. Dado que dichas decisiones fueron resueltas recientemente, se espera que COFETEL agilice el proceso de asignación del espectro para IMT, el cual se espera que inicie en el 2013.

3.3.3 Perú

Mediante Resolución Ministerial N° 150-2010-MTC/03 publicada el 30 de marzo de 2010, se aprobó la modificación de las notas P11A y P51 del Cuadro de Atribución de Frecuencias del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), estableciéndose que la banda 698-806 MHz se encontraba reservada y que las frecuencias previamente asignadas en la banda 698-746 MHz migrarán a las bandas 470 – 608 y 614 – 698 MHz, pudiendo utilizarse para la transmisión señales analógicas, sujetos a los plazos y condiciones que determine el Ministerio.

<p>Versión: 0</p>	<p>Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital</p>	
<p>Página: 2 de 30</p>		

Posteriormente, la Resolución Ministerial N° 188-2011-MTC/03, del 14 de marzo de 2011, estableció que la banda 698 - 806 MHz sea atribuida a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

En ese sentido, dada la nueva atribución de la banda, se están adelantando los procesos de migración de los radiodifusores que aun ocupan esta banda, ubicándolos en bandas de frecuencias más bajas (VHF/UHF).

De igual forma, el gobierno peruano publicó el 16 de marzo de 2011 el Documento de Trabajo “*Alternativas de Canalización de las Bandas de Frecuencias de 700 MHz y 1,7/2,1 GHz*”, con el objetivo de realizar una consulta a la industria y el sector peruano de telecomunicaciones sobre las posibles canalizaciones de estas bandas considerando aspectos como: i) Armonización de las especificaciones del equipamiento a ser empleado de manera que permita economías de escala y mayor disponibilidad tanto para los operadores como para los usuarios; ii) Número de operadores que podrían entrar en la banda; iii) Limite de espectro que debería ser asignado a operadores; iv) Despliegue de infraestructura con bajos costos de capital y de operación, que permitan servicios asequibles a los usuarios; v) Roaming internacional e interoperabilidad transfronteriza; vi) Impacto en la competencia e inversión; vii) Eficiencia del uso del dividendo digital; entre otros.

En ese sentido, luego de analizar la opinión de la industria, el Comité Consultivo del PNAF recomendó que por el momento no se opte por una canalización específica en la Banda de 700 MHz, y más bien se continúe monitoreando el desarrollo y avances en esta banda, a efectos de lograr una armonización adecuada y con economías de escala en la región.

3.3.4 Venezuela

Según el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias de Venezuela, el rango de espectro de 512 a 806 MHz está atribuido a servicios de radiodifusión y destinada a la operación de estaciones de televisión abierta UHF.

Al igual que en el caso de Brasil, la banda de 698 a 806 MHz está siendo ampliamente usada por radiodifusores de televisión analógica, donde operan principalmente canales regionales.

Dentro de los procesos de asignación de espectro para IMT proyectados por CONATEL para los próximos años, no se incluye la banda del Dividendo Digital. Inicialmente, se tiene considerada para ser usada en televisión digital, aunque la administración venezolana buscará, en la medida de lo posible, que no se realicen asignaciones para este servicio en el rango de frecuencias de 698 a 806 MHz, esto con el objetivo de evitar posibles problemas de interferencia en zonas de frontera.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 3 de 30		

A diferencia de Colombia, CONATEL afirma que el mercado venezolano no tiene urgencia en la asignación de espectro en la banda de 700 MHz, ya que en el país hay tres operadores móviles con 55MHz de espectro cada uno, en las bandas de 850, 900, 1800 y 1900 MHz, y aún cuentan con 50 MHz disponibles en la banda de 1900 MHz y 90 MHz en la banda AWS para futuras asignaciones.

3.3.5 Argentina

Según el Cuadro de atribución de Bandas de Frecuencias en la República de Argentina expedido por la Comisión Nacional de Comunicaciones, la banda de 614 a 806 MHz se encuentra atribuida a los servicios de radiodifusión y fijo.

Según la opinión de algunos fabricantes y expertos argentinos en asuntos de telecomunicaciones, existe un interés de la administración para hacer uso de la banda para IMT, pero se estaba a la espera del resultado de las elecciones presidenciales.

3.3.6 Chile

Conforme al Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico y el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencia en Chile, la banda de 614 a 806 MHz se encuentra atribuida a servicios de radiodifusión y fijo, aclarando que las frecuencias de esta banda que se asignen al servicio fijo estarán destinadas al transporte de programas del servicio de radiodifusión.

SUBTEL ha dado a conocer su interés en usar la banda de 700 MHz en servicios de banda ancha móvil¹¹, aunque ha presentado su decisión de esperar el comportamiento del mercado en relación con el uso de esta banda antes de adelantar los procesos de asignación.

Según informe de la Asociación de Telefonía Móvil (ATELMO), la banda de 698 a 806 MHz presenta un bajo nivel de ocupación.

3.3.7 Canadá

En el proceso de transición de la televisión analógica a digital en Canadá, se estableció como fecha límite para finalizar las emisiones de los transmisores de TV analógica el 31 de agosto del año 2011.

¹¹ Afirmación realizada por ATELMO (Asociación de Telefonía Móvil) y publicado en el 2007 por la UIT en (<http://www.itu.int/ituweblogs/treg/Subtel+Plans+WiMax+Auction+In+700MHz+Band++Chile.aspx>)

Adicionalmente, Industry Canada estableció en el 2009 el uso de las bandas de 768 a 776 MHz y 798 a 806 MHz para comunicaciones de seguridad pública, alineándose con la canalización de Estados Unidos.

Sin embargo, en noviembre de 2010 presentó una consulta pública sobre el marco técnico y político para la banda de 700 MHz, donde puso a consideración del sector diferentes planes de canalización de la banda, la definición de bandas de guarda y requerimientos de espectro para sistemas de seguridad pública. El plazo para recibir comentarios se extendió hasta Marzo de 2011, y hasta el momento no hay una publicación del informe final de la administración canadiense sobre el resultado de la consulta pública.

3.3.8 Estados Unidos

En Estados Unidos, el proceso de transición de televisión analógica a digital finalizó en Junio de 2009, realizando 7 procesos de subasta para asignar bloques de espectro en la banda de 700 MHz. Dichos procesos comenzaron en el año 2002 y finalizaron con la subasta número 73, realizada en marzo del 2008.

Para realizar dicho proceso, la banda fue dividida en dos partes, la baja correspondiente a 48 MHz, y la parte alta con 60 MHz. La siguiente figura presenta el plan de banda definido por la FCC.

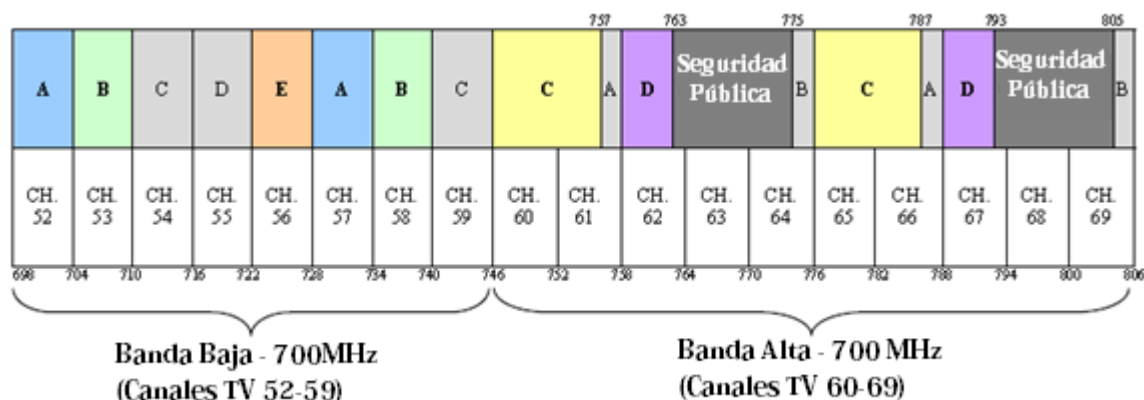


Figura 2. Plan de canalización de la banda de 700 MHz – USA

Fuente: (FCC, 2007)

En la parte baja de la banda, los bloques D y E (716 a 728 MHz) corresponden a espectro no pareado (TDD) y los bloques A, B y C (698 – 716 MHz/728 – 746 MHz) están destinados a uso pareado en áreas económicas y de mercado celular.

En la parte alta de la banda se ubican dos bloques de 12 MHz para uso en sistemas de seguridad pública, el bloque C (746 – 757 MHz / 776 – 787 MHz) para sistemas pareados en área económica regional, el bloque D, correspondiente a 2 x 5MHz, está destinado a

<p>Versión: 0</p>	<p>Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital</p>	
<p>Página: 5 de 30</p>		

uso nacional, y los bloques A y B, de 2 x 1MHz cada uno, para áreas económicas principales.

En la subasta del 2008, se ofrecieron al sector 1099 licencias en los bloques A, B y E de la parte baja de la banda, y los bloques C y D de la parte alta. El resultado de esta subasta fue catalogado como exitoso al asignarse 1090 licencias, que corresponde a un 99,2% del total disponible. Sin embargo, la banda D, adyacente a las bandas destinadas a redes de seguridad pública, no fue comprada por ningún participante.

La banda “D” se presentó asociada a la sub-banda de 2 x 5 MHz destinada a servicios de banda ancha para seguridad pública, con el objetivo de generar la motivación para que se desplegara una red de telecomunicaciones de banda ancha producto de una alianza público/privada y que permitiera prestar los servicios de seguridad.

Esta estrategia diseñada por la FCC no tuvo resultados positivos, razón por la cual la administración de Estados Unidos está adelantando las discusiones que le permitan definir nuevos lineamientos para realizar la subasta del espectro disponible en la banda de 700 MHz y que asegure el aprovechamiento del mismo.

El operador AT&T adquirió los bloques B y C de la parte baja de la banda, y Verizon resultó asignatario del bloque C de la parte alta. Actualmente los dos operadores tienen desplegadas redes LTE en la banda de 700 MHz.

3.4 La Banda del Dividendo Digital en la región de Asia Pacífico (Región 3 UIT-R)

Los 37 países miembros del Asia Pacific Telecommunity (APT)¹², dentro de los cuales se encuentra China, India, Australia, Korea, Japón y Nueva Zelanda, trabajaron durante las reuniones 8 y 9 del grupo en la armonización de la banda del dividendo digital identificada para la Región 3 por la UIT para el uso de sistemas IMT, correspondiente al rango de frecuencias de 698 a 806 MHz.

Además de la coincidencia entre la banda de 700 MHz identificada en la Región 3 con la definida en la Región 2 - Américas, el análisis del trabajo realizado por APT resulta de vital importancia dado que esta región alberga más del 50% de la población mundial, lo que representa un importante mercado para generar economías de escala.

En el marco del trabajo realizado por APT se consideraron las diferencias entre los países respecto del uso de los canales UHF¹³, el interés por alcanzar una armonización de la

¹² Información consultada en la página web <http://www.aptmembers> el 09 de Noviembre de 2011

¹³ En los países APT se usan canales de 7 y 8 MHz

banda debido a los beneficios que esta ofrece, como permitir a los operadores móviles y fabricantes obtener mayor eficiencia en los costos de fabricación de los equipos al alcanzar economías de escala. En otras palabras, la falta de armonización en la región y con otras zonas del mundo genera altos costos que afectan de manera significativa la adopción de los servicios móviles, y la importancia de hacer uso de banda de frecuencia por debajo de 1GHz para ampliar la cobertura en zonas rurales y dentro de edificios en zonas urbanas.

De esta forma, en la reunión 9° de APT realizada en la República de Corea en Septiembre de 2010, se llegó a un acuerdo sobre los arreglos de frecuencias para la banda de 698 a 806 MHz, para sistemas con esquema de acceso FDD y TDD.

Bajo este esquema, Australia está adelantando el proceso para llevar cabo la subasta de la banda del dividendo digital en el año 2012, donde también se incluirá el espectro correspondiente a la banda de 2500 MHz. Otras administraciones han dado a conocer su intención de adoptar el plan de canalización propuesto por APT, tal es el caso de Nueva Zelanda, que a través del Documento de Consulta Pública sobre Dividendo Digital publicado en Agosto de 2011, presentó esta posición, indicando que el plan de canalización de APT sería implementado a partir de Diciembre de 2013. Se espera que más países de la región den inicio a los procesos de asignación del espectro en esta banda en los próximos meses.

3.5 Uso del Espectro IMT en Colombia

Con el objetivo de analizar de forma breve el actual uso del espectro IMT en el país, es necesario tomar como referencia las bandas de frecuencia identificadas por la UIT para ser usadas en las IMT a nivel mundial. La siguiente tabla presenta cada una de las bandas y las notas del Reglamento de Radiocomunicaciones que las identificaron.

Banda (MHz)	Notas del Reglamento de Radiocomunicaciones
450-470	5.286AA
698-960	5.313A, 5.317A
1 710-2 025	5.384A, 5.388
2 110-2 200	5.388
2 300-2 400	5.384A
2 500-2 690	5.384A

3 400-3 600	5.430A, 5.432A, 5.432B, 5.433A
-------------	--------------------------------

Tabla 2. Bandas IMT identificadas por la UIT
 Fuente: (UIT, 2011)

A partir de la Tabla 2, es posible identificar las bandas de frecuencias que podrían ser usadas en Colombia para las IMT. La siguiente figura presenta un resumen de dichas bandas y el uso de cada una de estas en la actualidad.

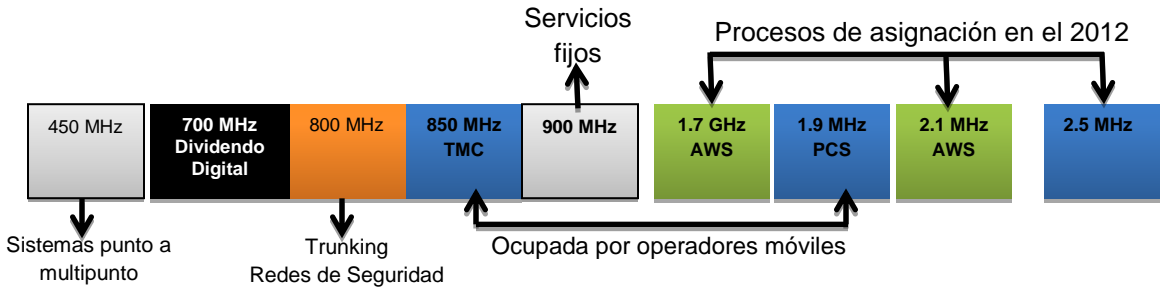


Figura 3. Uso de espectro IMT en Colombia
 Fuente: ANE

La banda de 450 MHz tiene una alta ocupación de redes de comunicación de empresas privadas y estatales, donde tienen desplegados sistemas punto a multipunto. En el corto plazo no es posible disponer de esta banda de frecuencias para la implementación de IMT, sin embargo el Ministerio TIC y la ANE están adelantando los estudios necesarios para evaluar la viabilidad de migrar los operadores existentes.

Las bandas de 850 MHz y 1900 MHz están asignadas a los proveedores de redes y servicios COMCEL S.A., TELEFÓNICA MÓVILES S.A – MOVISTAR y COLOMBIA MÓVIL S.A. ESP – TIGO, donde operan redes con tecnología GSM/EDGE y UMTS/HSPA. La siguiente figura muestra la cantidad de espectro asignado a cada uno de los operadores mencionados.

La banda de 2500 MHz tiene una asignación parcial de 50 MHz al operador UNE EPM Telecomunicaciones. El espectro disponible en esta banda está incluido dentro de los procesos de asignación proyectados para llevarse a cabo durante el año 2012.

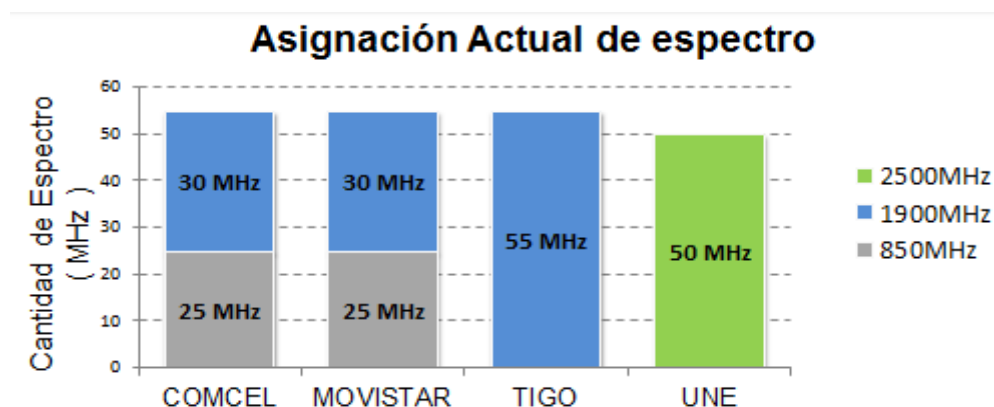


Figura 4. Asignación de espectro IMT en Colombia – 2011
Fuente: ANE

En la banda de 800 MHz opera el proveedor de redes y servicios trunking AVANTEL, y existen redes de comunicaciones para uso en seguridad nacional.

El espectro aprovechable en la banda de 900 MHz (2 x 21 MHz) está siendo usado por servicios fijos. Se está adelantando el análisis sobre las posibilidades de uso de esta banda y las opciones de migración de los proveedores de redes y servicios existentes. El Ministerio TIC y la ANE adelantarán durante el año 2012 los estudios técnicos necesarios para identificar el uso de la banda de 900 MHz que mayor beneficio ofrezca a los colombianos.

La banda de 1700 MHz pareada con la banda de 2100 MHz, conocida como AWS, está incluida dentro de los planes de asignación del Ministerio TIC para el año 2012. Inicialmente se tiene contemplado la asignación de 2 x 45 MHz en esta banda, y se están adelantando los estudios para evaluar la conveniencia de asignar 2 x 15 MHz adicionales correspondientes a la banda AWS – extendida.

Las bandas de frecuencia de 1800 MHz y 2100 MHz no pueden ser implementadas en Colombia, ya que se superponen con las bandas de 1900 MHz y AWS, que se encuentran atribuidas en el país para servicios móviles terrestres.

Otras bandas usadas a nivel mundial como la banda de 1500 MHz, implementada en Japón, la banda de 2400 MHz, usada para despliegue de sistemas TDD y la banda de 3500 MHz, serán objeto de estudio durante el año 2012 con el objetivo de evaluar la viabilidad para atribuir las y asignarlas en Colombia.

En conclusión, la banda de 700 MHz, por su nivel de ocupación, el plan de migración de los operadores de radiodifusión definido por el Ministerio TIC y las óptimas características de propagación que favorece la iniciativa de ampliar la cobertura de los servicios de internet móvil, se convierte en una opción viable para responder a las demandas de

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 9 de 30		

espectro de Colombia, especialmente dentro del grupo de bandas por debajo de 1 GHz, las cuales, como ya se explicó, no estarían disponibles en el corto plazo.

3.6 Beneficios económicos de la banda del Dividendo Digital en América Latina

La Asociación GSM - GSMA, y Telecom Advisory Services LLC, realizaron un estudio¹⁴ para evaluar el impacto cualitativo y cuantitativo que tendrían los usos alternativos del espectro del Dividendo Digital en los países de América Latina. El mismo se centró en analizar el comportamiento de Argentina, Brasil, Colombia, Perú y México, y los resultados fueron extrapolados a los demás países de la región.

El estudio parte de proyectar el crecimiento del tráfico de datos al 2016 con una tasa anual compuesta del 117%, estimando que en el año 2015, el 46.2% de los abonados de la región harán uso de terminales con tecnología 3G y 4G, y el número de smartphones alcanzará el 28% de la base instalada.

Los escenarios de uso que evalúa el estudio para realizar el análisis comparativo de los beneficios sociales y económicos son:

1. Asignar la banda de 700 MHz a servicios móviles terrestres (Banda ancha móvil).
2. Continuar usando la banda de 700 MHz en servicios de radiodifusión.

Para cada uno de los escenarios, se analiza la contribución económica al ecosistema de las TIC, la contribución directa al producto interno bruto del país (PIB) y los beneficios sociales. La siguiente tabla muestra los resultados comparativos de los dos escenarios para cada una de las variables analizadas en América Latina:

¹⁴ Beneficios Económicos del Dividendo Digital para América Latina. Dr. Raúl Katz y Dr. Ernesto Flores-Roux. Telecom Advisory Services LLC. Disponible en línea: <http://www1.ahciet.net/BEDDigital.aspx>

	Radiodifusión	Banda ancha móvil	
Contribución al ecosistema de TIC (espectro, red y otros activos)	\$ 3.508	\$ 14.800	x 4,2
Ingresos adicionales del sector y contribución al crecimiento del PIB	\$ 513	\$ 3.582	x 7,0
Generación de empleo directo e indirecto	5.198	10.738	x 2,1
Impuestos (recaudación marginal adicional en ventas)	\$ 818	\$ 3.420	x 4,2
Excedente del consumidor	~ \$ 0 (*)	\$ 5.157	

Tabla 3. Beneficio económico comparado según utilización de la banda de 700 MHz (Cifras en Millones de Dólares, excepto la cifra de empleo)

Fuente: (Katz, 2010)

Los resultados obtenidos en el estudio permitieron concluir que asignar el espectro del Dividendo Digital a servicios de telecomunicaciones móviles terrestres en América Latina genera más beneficios económicos y sociales, que mantenerlo asignado a servicios de radiodifusión.

El caso particular de Colombia no se aleja de los resultados promedios obtenidos en América Latina, en otras palabras, los beneficios económicos y sociales del país son significativamente mayores si la banda de 700 MHz es usada para IMT. La siguiente tabla muestra los resultados comparativos de los dos escenarios.

	Radiodifusión	Banda Ancha Móvil	
Ingresos adicionales del sector y contribución al crecimiento del PIB	\$ 53	\$ 388	x 7,3
Contribución a la creación de empleo	420	1541	x 3,7
Contribución impositiva acumulada	\$85	\$ 425	x 5
Excedente del consumidor	~\$0	\$ 333	

Tabla 4 Beneficio económico comparado según utilización de la banda de 700 MHz en Colombia (Cifras en Millones de Dólares, excepto la cifra de empleo)

Fuente: (Katz, 2010)

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 11 de 30		

De esta forma, los resultados de este estudio indican que, en pro de los beneficios sociales y económicos para el país, resulta conveniente destinar la banda de 700 MHz para servicios IMT.

3.7 Tecnologías disponibles

Durante el taller realizado en Octubre de 2009 por el grupo de trabajo de sistemas IMT de la UIT (Grupo 5D), se evaluaron las características técnicas de las interfaces de radio existentes para determinar cuál de ellas cumplía con los requisitos definidos por la UIT para las IMT-Avanzadas.

Los requisitos asociados al rendimiento técnico de las IMT-Avanzadas están descritos en la recomendación UIT-R M.2134 y se resumen a continuación:

- Eficiencia espectral máxima en el enlace descendente: 15bps/Hz
- Eficiencia espectral máxima en el enlace ascendente: 6,75bps/Hz
- Ancho de banda de canal: Hasta 100MHz
- Tasa de datos para baja movilidad: 1Gbps
- Tasa de datos para alta movilidad: 100Mbps
- Latencia en el plano de usuario: 10ms
- Movilidad

Las interfaces de radio que cumplieron con los requisitos de las IMT-Avanzadas fueron LTE-Avanzado presentado por el 3GPP y WirelessMAN-Avanzada del estándar IEEE.

Con base en este resultado, se tomará como referencia para el análisis de las condiciones técnicas sobre el uso de la banda de 700 MHz, las características de las tecnologías LTE y WIMAX. Estas tecnologías ofrecen altas velocidades de transferencia de datos y bajas latencias, permitiendo el despliegue de nuevas y mejores aplicaciones para los usuarios.

Las versiones disponibles en el mercado para las tecnologías LTE y WIMAX permiten ofrecer velocidades de transferencia de datos de hasta 326 Mbps en el enlace descendente y 86 Mbps en el ascendente mediante el uso de amplios anchos de banda y funcionalidades de múltiples antenas (MIMO), y latencias de 10 milisegundos.

Según las especificaciones del 3GPP disponibles para LTE y del WIMAX FORUM para las redes con el estándar IEEE 802.16m, estas tecnologías coinciden en el uso de canales (portadoras en la interfaz de radio) de 5 MHz y 10 MHz, tanto para el esquema de acceso

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 12 de 30		

FDD (Duplexación por División de Frecuencia)¹⁵ como TDD (Duplexación por División de Tiempo)¹⁶.

En relación con el esquema de acceso que soportan las tecnologías disponibles para la banda de 700 MHz, es importante destacar las diferencias que estos presentan. Por un lado, la principal ventaja de los sistemas TDD radica en ofrecer mayor flexibilidad para manejar las asimetrías en el volumen de datos transmitidos desde la red móvil y el transmitido desde el terminal del usuario. Sin embargo, cuenta con una menor madurez en el mercado y requiere de amplias bandas de guarda para la coexistencia con sistemas FDD o inclusive con otras portadoras TDD, afectando el aprovechamiento total de una banda de frecuencias.

De otro lado, debido a que en los sistemas TDD la potencia del móvil en el enlace ascendente no es usada de manera continua, se presenta una reducción en el área de cobertura. Según un estudio de Qualcomm¹⁷, la cobertura de sistemas TDD puede presentar una reducción de la cobertura entre el 40% y 80%, dependiendo de la relación DL/UL implementada, respecto de la cobertura alcanzada con sistemas FDD.

Finalmente, si se toma como referencia el desempeño de las redes LTE desde el punto de vista de eficiencia espectral, es posible concluir que es conveniente hacer uso de portadoras de mínimo 10 MHz para obtener un buen aprovechamiento del espectro radioeléctrico. Un estudio realizado por Rysarvy Research (2010) muestra un análisis comparativo de redes LTE con diferentes tamaños de portadora.

¹⁵ En sistemas FDD, la transmisión y la recepción de señales se realizan en dos rangos de frecuencias independientes, separados por una banda de guarda que previene problemas de interferencia

¹⁶ En los sistemas TDD, la transmisión y recepción se realiza en el mismo rango de frecuencia, pero separadas por intervalos de tiempo.

¹⁷ NEW YORK ANALYST DAY. Noviembre 17 de 2010. Qualcomm. Presentación disponible en: <http://investor.qualcomm.com/events.cfm?AcceptDisclaimer=Yes>

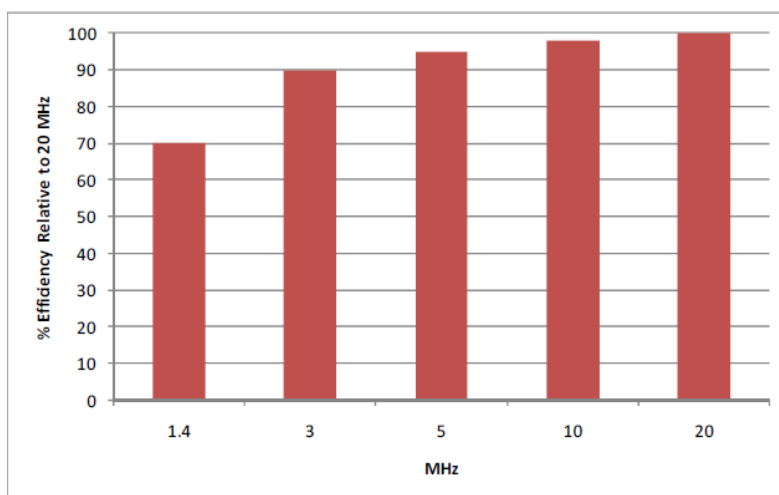


Figura 5. Eficiencia Espectral LTE para diferentes anchos de banda

Fuente: (Rysarvy Research - 3G Americas, 2010)

En resumen, para efectos teóricos del análisis que se realiza en el documento en relación con los planes de canalización para la banda de 700 MHz, se tomará como referencia las características de las tecnologías LTE y WIMAX, asumiendo el uso de portadoras de mínimo 5 y 10 MHz de ancho de banda, buscando el mayor aprovechamiento del espectro disponible.

Por otro lado, de acuerdo con consultas realizadas a proveedores de equipos de red¹⁸, actualmente se cuenta con disponibilidad de equipos de red y terminales de usuario con tecnología LTE para operar en la banda de 700 MHz, atendiendo el esquema de canalización definido en las especificaciones de 3GPP que corresponden a la establecida para Estados Unidos.

Específicamente en el caso de los desarrollos disponibles en terminales de usuario, el informe del 28 de Octubre de 2011 de GSA (Global Mobile Suppliers Association) reporta la existencia de 106 clases de dispositivos que operan en la banda de 700 MHz y 42 en 800 MHz.

No obstante lo anterior, algunos fabricantes han dado a conocer su disposición de desarrollar equipos con la propuesta de canalización definida por APT dependiendo del comportamiento del mercado, de las decisiones que tomen las administraciones nacionales sobre la adjudicación de la banda y de la expedición de las especificaciones para tecnologías LTE con este tipo de canalización, las cuales están proyectadas para el año 2012.

¹⁸ La consulta fue realizada con los proveedores ALCATEL LUCENT, ERICSSON, HUAWEI, NSN y ZTE.

3.8 Preguntas asociadas a la sección 3

Con base en los antecedentes que se han analizado como soporte para la definición de las condiciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital, se desea consultar al sector sobre los siguientes asuntos:

1. ¿Cree que la asignación de la banda de 700 MHz es importante para promover el crecimiento de la cobertura de los servicios de internet móvil?
2. ¿Qué lineamientos deberían ser adoptados en el proceso de asignación para lograr el máximo beneficio social?
3. Con el objetivo de maximizar el beneficio social de los colombianos, ¿Qué tecnologías deberían ser desplegadas en la banda de 698 a 806 MHz?
4. ¿Qué tipo de servicios podrían prestarse por tecnologías desplegadas en la banda de 698 a 806 MHz?
5. Considerando la posición actual de Venezuela y Brasil de mantener el uso de la banda de 698 a 806 MHz para servicios de radiodifusión y la atribución actual de la banda en Colombia (Servicios de protección pública, operaciones de socorro y mitigación de desastres y Telecomunicaciones Móviles Internacionales) ¿Qué estrategias se deberían implementar para mitigar las posibles interferencias en zonas de frontera?

4 OPCIONES DE CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE 698 A 806 MHZ

Como resultado de la reunión del grupo de trabajo 5D de la UIT, dedicado a asuntos relacionados con sistemas IMT, que tuvo lugar en Hawaii en el mes de Julio del 2011, se realizaron modificaciones en la Recomendación ITU-R M.1036-3 que describe las disposiciones de frecuencia para la implementación del componente terrenal de las IMT.

Para el caso de la banda de 698 a 960 MHz, la UIT presenta las siguientes recomendaciones sobre las disposiciones de frecuencia:

Disposición de frecuencias	Arreglos pareados				Arreglos no pareados (TDD) (MHz)
	Transmisión desde la estación móvil (MHz)	Gap central (MHz)	Transmisión desde la estación base (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
A1	824-849	20	869-894	45	N/A
A2	880-915	10	925-960	45	N/A
A3	832-862	11	791-821	41	N/A
A4	698-716	12	728-746	30	716-728
	776-793	13	746-763	30	

A5	703-748	10	758-803	55	N/A
A6	N/A	N/A	N/A		698-806
A7	698-738	28	766-806	68	738-766

Tabla 5. Disposiciones de frecuencia para la banda de 698 a 960 MHz
Fuente: (UIT, 2011)

Las disposiciones de frecuencia A1 y A2 no son objeto de estudio de este documento ya que corresponden a las bandas de 850 MHz y 900 MHz respectivamente.

La disposición A3 hace referencia a la banda del dividendo digital adoptada en algunos países de la Unión Europea. La siguiente figura presenta de manera gráfica esta disposición de frecuencia.

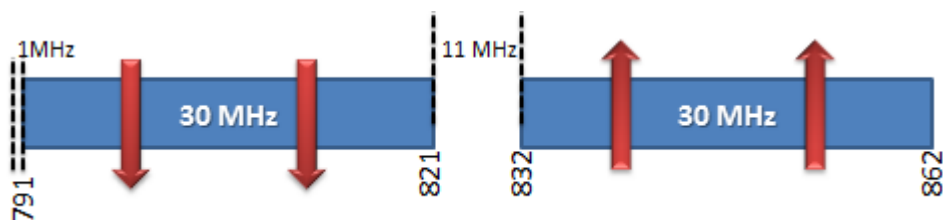


Tabla 6. Disposición de frecuencia A3 - Unión Europea
Fuente: ECC

Dada la diferencia con el rango de frecuencias usado para la banda de 700 MHz en Colombia, esta disposición no será analizada en el documento. No obstante, vale la pena destacar algunas generalidades tales como la adopción de rangos de espectro continuos, la definición de espectro pareado exclusivamente y el uso de la parte alta de la banda para la transmisión desde la estación móvil y la parte baja para la transmisión desde la estación base, con el objetivo de disminuir los problemas de interferencia con los servicios de radiodifusión ubicados en las frecuencias adyacentes en el borde inferior de la banda.

Las demás opciones serán analizadas de manera detallada en este capítulo, identificando las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

4.1 Disposición de frecuencias A4 – Plan de canalización de Estados Unidos

Como se mencionó en el capítulo 3, la FCC dispuso la utilización de la banda de 700 MHz para servicios inalámbricos, incluyendo seguridad pública y servicios comerciales.

Tomando como referencia la propuesta de Estados Unidos descrita en el capítulo 3, la UIT presenta en la Recomendación UIT-R M.1036-3 la disposición A4 con dos bloques

pareados, uno en la parte baja de la banda de 2 x 18 MHz, y otro en la parte alta con 2 x 17 MHz, y un bloque de espectro no pareado con un total de 12 MHz, tal y como se presenta en la siguiente figura.

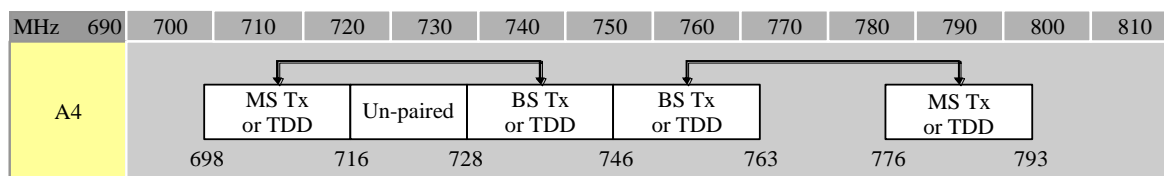


Figura 6. Disposición de Frecuencias A4 para la banda de 700 MHz

Fuente: (UIT, 2011)

M.1036-03-Ann2

Este plan de canalización tiene alta similitud con las bandas de frecuencias definidas por el 3GPP en las especificaciones para las redes con tecnología LTE a partir del Release 8. La siguiente figura presenta las sub-bandas 12 a 17 definidas por el 3GPP.



Figura 7. Sub - bandas definidas por 3GPP para LTE en banda de 700 MHz

Fuente: (3GPP, 2011)

Actualmente existen dos redes comerciales en la banda de 700 MHz en Estados Unidos, la red de AT&T que opera en las bandas de frecuencias de 704-716MHz / 734 – 746 MHz, y la red de Verizon que hace uso del bloque de espectro de 746 -757MHz / 776 – 787 MHz. Adicionalmente, según informe de la GSMA, al operador MTS de Uzbekistán le fue asignado una porción de espectro en la banda de 700 MHz para expandir la cobertura de la red LTE que venía operando en la banda de 2500 MHz¹⁹ y su red ya se encuentra en operación.

Por su parte, las especificaciones de la interfaz de radio acceso para las redes con tecnología WIMAX, definidas por WIMAX FORUM en el reporte WMF-T23-005-R015v05, definen las siguientes sub-bandas de operación para sistemas FDD con portadoras de 2 x 5MHz y 2 x 10 MHz.

¹⁹ Nota periodística del 22 de Diciembre de 2010. “MTS – LTE Roaming Pioneer”. Disponible en <http://www.gsmworld.com/membership/members-press-releases/2010/5907.htm>

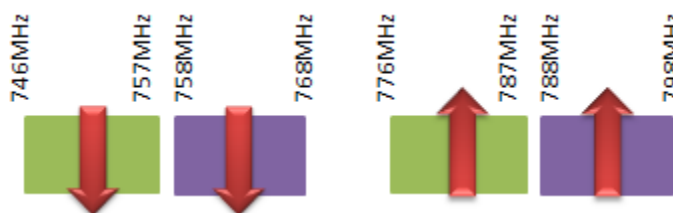


Figura 8. Sub-bandas para redes WIMAX en la banda de 700 MHz
 Fuente: (FORUM, 2011)

Este documento de especificaciones también identifica la banda de 698 a 862 MHz para el despliegue de redes WIMAX con sistemas TDD y FDD, haciendo uso de portadoras de 5, 7 y 10 MHz, sin definir una canalización en particular.

A pesar de existir equipamiento de red y terminales en la banda de 700 MHz con el plan de canalización de Estados Unidos, esta propuesta presenta una baja eficiencia espectral por el uso de bloques de espectro cuyos tamaños no están alineados con los anchos de banda de las portadoras de las tecnologías disponibles. Adicionalmente, no se consideran bandas de guarda para la coexistencia entre IMT y los servicios de radiodifusión por debajo de 698 MHz y las bandas de guarda requeridas entre sistemas TDD y FDD en la misma banda de frecuencias.

Tomando como referencia el estudio realizado por la Comisión Europea sobre las consideraciones técnicas para las opciones de armonización del espectro del Dividendo Digital, se asume que la banda de guarda requerida entre dos portadoras en sistemas TDD y entre una portadora FDD y TDD en la banda de 700 MHz, es de 5MHz²⁰.

Por otra parte, tomando como base el estudio realizado por los países de APT (Asia-Pacific Telecommunity) y la contribución presentada por WIMAX FORUM sobre la coexistencia entre sistemas IMT TDD y servicios de radiodifusión, se asume una banda de guarda de 5 MHz requerida entre los dos servicios.

Con base en estas consideraciones y en la canalización propuesta por la disposición A4 de la UIT, es posible analizar el aprovechamiento efectivo del espectro disponible para IMT.

La siguiente figura muestra un escenario donde se asignan licencias para uso de espectro para sistemas FDD y TDD. En este caso, de los 82 MHz considerados para el despliegue de sistemas IMT, sólo es posible aprovechar 60MHz.

²⁰ CEPT Report 3. "Technical considerations regarding harmonisation options for the digital dividend in the European Union"

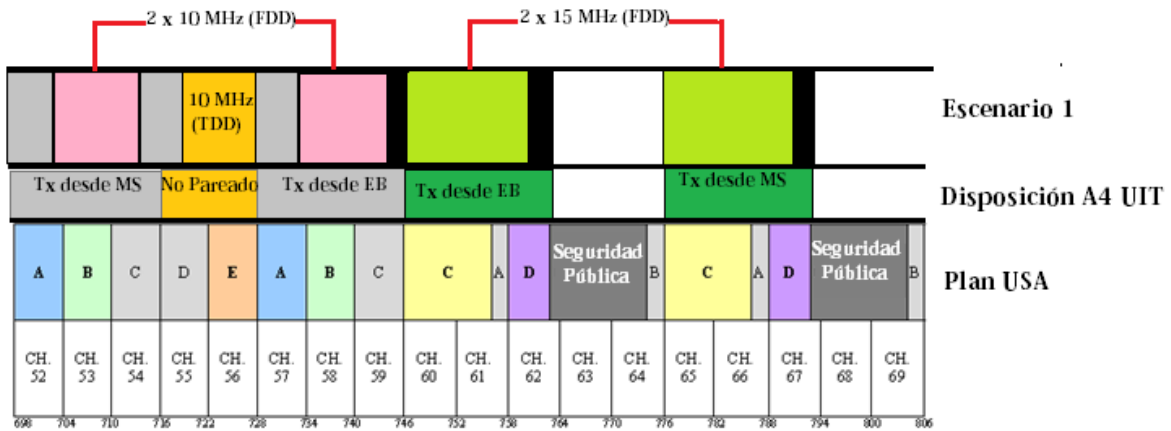


Figura 9. Espectro aprovechable para IMT en canalización A4

Fuente: ANE

En la figura, los cuadros grises sobre la distribución del escenario 1 corresponden a las bandas de guarda requeridas (3 bloques de 5 MHz) y los cuadros negros a porciones de espectro que no son utilizadas para IMT debido al tamaño de las portadoras de las tecnologías disponibles.

Por otro lado, si se repite el ejercicio haciendo uso exclusivo de portadoras TDD y asumiendo una banda de guarda de 5 MHz entre ellas²¹, sería posible desplegar 5 portadoras de 10 MHz, lo que representa un menor aprovechamiento del espectro.

El principal diferencial de esta propuesta de canalización respecto de las otras analizadas en este capítulo radica en la existencia de bloques específicos para la operación de aplicaciones de seguridad pública y atención de desastres. El bloque de 2 x 12 MHz destinado para estos fines se encuentra dividido en dos sub-bloques de 2 x 5 MHz, separados por bandas de guarda de 2 MHz, el primero de ellos destinado a tecnologías de banda ancha y el segundo a aplicaciones de banda angosta.

En este sentido, las especificaciones definidas por 3GPP y WIMAX FORUM para las bandas de operación de las tecnologías LTE y WIMAX incluyen un bloque que agrega la sub-banda D y la porción de seguridad pública destinada a servicios de banda ancha. Esta definición coincide con la estrategia de la FCC descrita previamente para el despliegue de una red público/privada que soporte servicios de seguridad, donde no se consiguió la asignación de la banda. No obstante lo anterior, es posible tomar como base la definición de bandas disponibles en las especificaciones como referencia para fijar

²¹ Recomendación de la CEPT para portadoras TDD no sincronizadas.

bloques de asignación sin restringir su uso a aplicaciones de seguridad pública y atención de desastres.

Con base en lo expuesto se presenta en la siguiente figura una adaptación del plan de canalización correspondiente a la disposición A4 de la UIT para su posible adopción en Colombia.

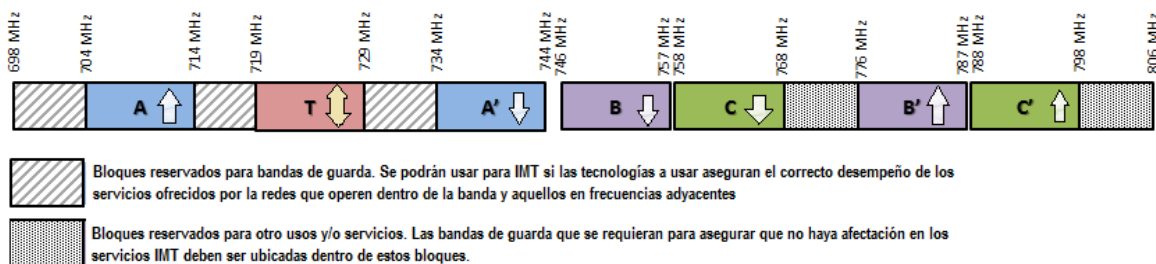


Figura 10. Plan de canalización A4 adaptado
Fuente: ANE

De acuerdo con la figura 10, esta implementación permitiría la asignación de 3 bloques pareados de 2 x 10 MHz y un bloque no pareado de 10 MHz.

En resumen, el plan de canalización sugerido por Estados Unidos y presentado en la disposición A4 de la Recomendación UIT-R M.1036-3, se encuentra incluido en las especificaciones del 3GPP y el WIMAX FORUM, lo que ha permitido el despliegue de equipamiento de red y terminales de usuario, razón por la cual existen tres redes LTE comerciales y cuatro en proceso de trial a nivel mundial²². No obstante, presenta una baja eficiencia en el uso del espectro y no permite la asignación de bloques continuos, por ejemplo de 20 MHz, para promover el máximo aprovechamiento de las ventajas de las tecnologías de cuarta generación.

4.2 Disposición de frecuencias A5 y A6 – Plan de canalización APT

Como resultado de la novena reunión del foro de APT realizada en septiembre de 2010, se definieron los arreglos de frecuencia para la armonización de la banda de 698 a 806 MHz.

Tomando como base los principios de eficiencia en el uso del espectro, maximizar el tamaño de los bloques de espectro y tomar las medidas necesarias para proteger los

²² Las redes en trial corresponden a operadores de Bolivia, Nicaragua, Puerto Rico y Perú. En el caso de Perú, la administración ha manifestado abiertamente que dicha prueba no representa ninguna posición del gobierno en relación con un tipo de canalización específica,

servicios en las bandas adyacentes, APT estableció los siguientes planes de canalización para sistemas FDD (Disposición A5) y TDD (Disposición A6).

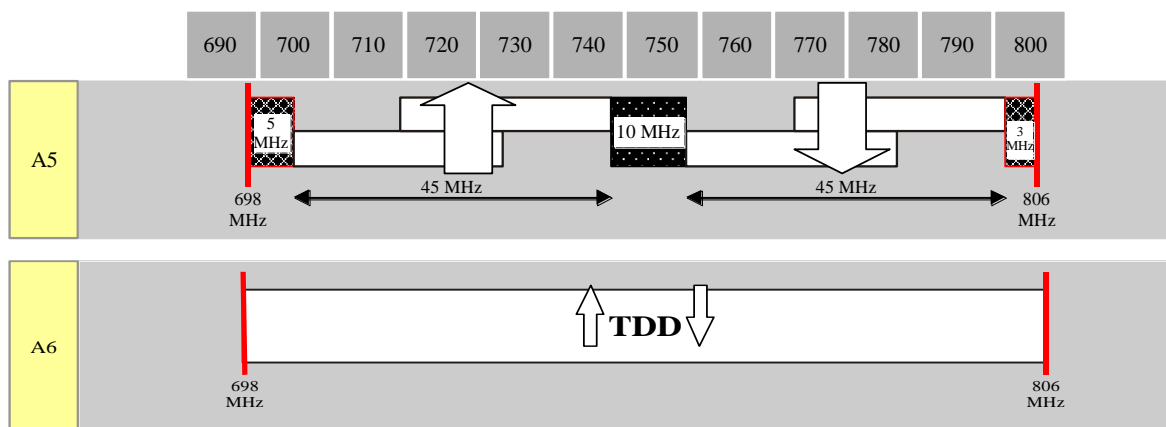



Figura 11. Disposiciones A5 y A6 para la banda de 700 MHz - Plan de canalización APT
 Fuente: (UIT, 2011)

Esta configuración sólo permite el uso de sistemas con esquema de acceso FDD para el caso de la disposición A5, y TDD para la disposición A6. Para el segundo caso, deben considerarse bandas de guarda de 5 MHz en el borde inferior y 3 MHz en el borde superior para evitar problemas de interferencia con los servicios que se presten en las bandas adyacentes.

Las especificaciones técnicas para el despliegue de tecnologías LTE con este tipo de canalización en la banda de 700 MHz aún se encuentran en estudio. El 3GPP incluyó este asunto en el Release 11 y está programado para finalizar la elaboración de estas especificaciones en Diciembre del año 2012. Por esta razón, aún no existen desarrollos tecnológicos disponibles en el mercado que hagan uso del plan de canalización propuesto por APT.

Desde el punto de vista técnico, el esquema de dos bloques continuos de 45 MHz sugerido por la disposición A5 que corresponde a la propuesta de APT para sistemas FDD, es la opción de canalización que ofrece el mejor desempeño para el despliegue de sistemas IMT, obteniendo la mayor eficiencia en el uso del espectro. Permite flexibilidad en la definición del tamaño de los bloques de espectro para un mejor ajuste con las características de las tecnologías disponibles y las necesidades del país, evita la utilización de bandas de guarda para la coexistencia entre sistemas FDD y TDD en la misma banda y ofrece una mayor cantidad de espectro para ser aprovechado en las IMT.

En la Reunión XVIII del CCP.II de CITELE realizada en el mes de noviembre de 2011 en Puerto Rico, la compañía Telefónica presentó como apoyo a este esquema de canalización las siguientes ventajas:

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 21 de 30		

- En la IX reunión de la APT Wireless Forum (AWF-9) realizada en Seúl, Korea, en septiembre de 2010, se acordó cuáles serían los planes de banda para IMT para la Región 3, que incluye a 34 países entre ellos china e India y que representan 2/3 de la población mundial (aproximadamente 3.700 millones de personas). Dado el volumen de población es probable que esta canalización ofrezca beneficios en los costos de los terminales y equipos de red a partir de las economías de escala.
- Los planes de banda propuesto hacen un uso eficiente del Dividendo Digital ya que atribuye el 100% a los servicios IMT, y permiten la operación de varios autorizados.
- Permite la utilización de bloques contiguos de espectro situación que maximiza la eficiencia de los sistemas de modulación OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) incorporado en la tecnología LTE.
- Es factible la utilización de filtros existentes que minimizan los costos involucrados.
- Los sistemas FDD son más eficientes para cubrir zonas rurales de baja densidad donde se requiere radios de celdas elevados.
- Varios países africanos, a pesar de estar en la Región 1 y por tener pocos canales de radiodifusión, adoptarían el plan de banda de la Región 3.
- Adoptar la opción 1 de la APT para la Región 2, es fundamental para que nuestros países accedan a los beneficios de las economías de escala a fin de hacer efectiva la reducción de la brecha digital.

En esa misma reunión se incluyó en el documento CCP.II/REC. 30 (XVIII-11) “DISPOSICIONES DE FRECUENCIAS DE LA BANDA 698 – 806 MHZ EN LAS AMÉRICAS PARA SERVICIOS MÓVILES DE BANDA ANCHA”, una recomendación para que las Administraciones de la CITEL que planeen utilizar la banda de 698 a 806 MHZ para servicios móviles de banda ancha, consideren para dicho segmento la adopción de una de las opciones de canalización detalladas en el Proyecto de Revisión de la Recomendación UIT-R M.1036-3, con sus notas relacionadas, aprobada en el ámbito de la Comisión de Estudio 5 que incluyen tanto la canalización sugerida por Estados Unidos como la A5 propuesta por la APT para sistemas FDD y deroga la Recomendación CCP.II/REC. 18 (VII-06).

Sin embargo, para esta última canalización los desarrollos tecnológicos comerciales están proyectados al finalizar el año 2012, dado que actualmente se están adelantando los estudios para la definición de las especificaciones técnicas de las redes móviles haciendo uso de esta canalización.

Con base en la disposición A5 de la recomendación presentada por la UIT, se presenta en la siguiente figura dos escenarios para la adopción de dicho plan de canalización en

Colombia. El primero de estos, supone una combinación de bloques pareados de 2 x 5 MHz y 2 x 10 MHz, y el segundo divide la banda en 9 bloques pareados de 2 x 5 MHz.

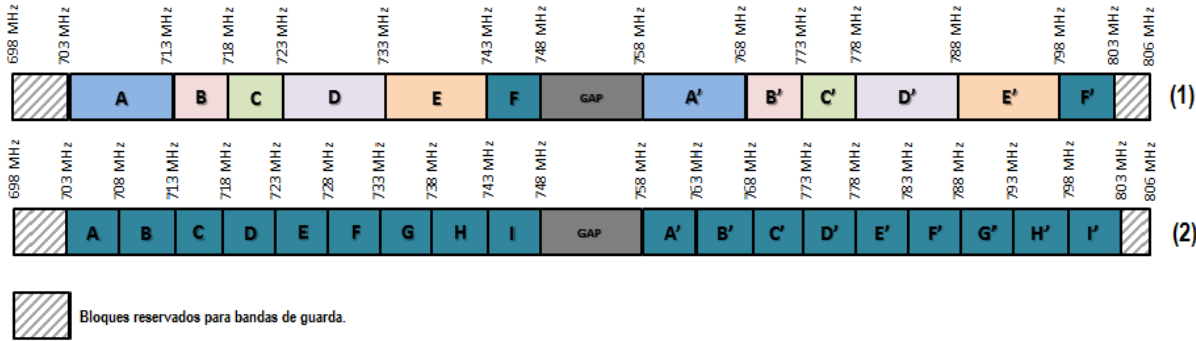


Figura 12. Plan de Canalización A5 adaptado a Colombia
 Fuente: ANE

Por otra parte, en la disposición A6, siguiendo las consideraciones analizadas para el plan de canalización de Estados Unidos, es posible desplegar 7 portadoras TDD de 10 MHz y asignar los 38 MHz restantes a las bandas de guarda requeridas entre las portadoras y en los bordes de la banda, tal y como se presenta en la siguiente figura.

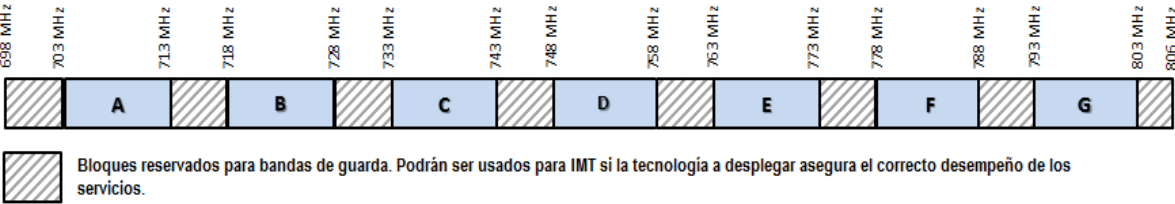


Figura 13. Plan de canalización A6 adaptado a Colombia
 Fuente: ANE

Adicionalmente, es importante destacar que como conclusión de las reuniones realizadas entre la ANE y representantes de algunos países de Latinoamérica, se encontró que todos ellos coincidían con la posición de Colombia en relación con la favorabilidad del plan de canalización presentado por APT en cuanto a eficiencia en el uso del espectro dados los resultados de los estudios técnicos preliminares.

4.3 Disposición de frecuencias A7

El plan de canalización de la banda de 700 MHz que describe la disposición A7 de la UIT es descrito en la siguiente figura.

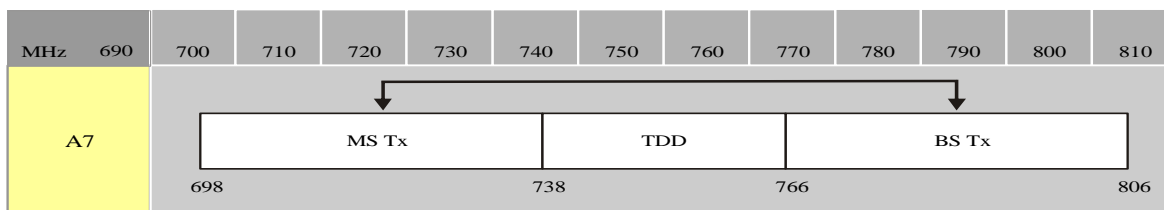


Figura 14. Disposición de frecuencias A7 para la banda de 700 MHz

Fuente: (UIT, 2011)

Para este esquema, las bandas de guarda requeridas para la coexistencia entre sistemas TDD y FDD deben ser tomadas de la banda central, correspondiente al rango de frecuencias de 738 a 766 MHz. Adicionalmente, las bandas de guarda requeridas en los bordes para asegurar la compatibilidad con otros servicios, deben ser tomadas dentro de la banda de 698 a 806 MHz.

Asumiendo las consideraciones usadas en el análisis del plan de canalización propuesto por Estados Unidos, se tiene que es posible desplegar tres portadoras FDD de 2 x 10 MHz y dos portadoras TDD de 10 MHz.

Sin embargo, aún no están disponibles las especificaciones técnicas para tecnologías LTE y WIMAX con este tipo de canalización y, por ende, no existen desarrollos tecnológicos en el mercado.

4.4 Análisis comparativo de las opciones de canalización

La siguiente tabla muestra un resumen de los aspectos técnicos analizados en cada una de las opciones de canalización para la banda de 700 MHz presentadas.

Característica	A4 (USA)	A5 (APT FDD)	A6 (APT TDD)	A7
Espectro disponible para IMT	2 x 18MHz 2 x 17 MHz 12 MHz ----- 82 MHz	2 x 45 MHz ----- 90 MHz	100 MHz	2 x 40 MHz 28 MHz ----- 108 MHz
Espectro aprovechable	60 MHz*	90 MHz	70 MHz	80 MHz
Bloques para seguridad pública	2 x 12 MHz	NO	NO	NO
Disponibilidad de equipos	SI**	2012 – 2H	2012 – 2H	NO

* Las especificaciones técnicas para el uso del espectro no pareado en LTE aún no están disponibles

** Disponible FDD

Tabla 7. Análisis comparativo de las opciones de canalización

Fuente: ANE

Con base en los análisis realizados se considera que la propuesta de canalización presentada por APT es aquella que ofrece mejor desempeño desde el punto de vista de eficiencia espectral, además de dar flexibilidad a la administración del espectro para la definición del tamaño de los bloques que se usarían en el proceso de asignación.

4.5 Bandas para seguridad pública

Diversos documentos internacionales fueron tenidos en cuenta para la elaboración y expedición de la Resolución 646 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 2003), entre estos:

- La Resolución 36 (Rev. Marrakech, 2002) de la Conferencia de Plenipotenciarios que insta a los Estados Miembros a facilitar la utilización de las telecomunicaciones para la seguridad del personal de las organizaciones humanitarias;
- El Convenio de Tampere sobre el suministro de recursos de telecomunicaciones para la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro en caso de catástrofe (Tampere, 1998). Tratado Internacional depositado ante el Secretario General de las Naciones Unidas, junto con las correspondientes Resoluciones e Informes de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	
Página: 25 de 30		

- La Recomendación UIT-R M.1637 que ofrece orientaciones para facilitar la circulación mundial de los equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro;

La Resolución 646 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 2003), sobre Protección Pública y Operaciones de Socorro, diferenció estos dos términos para el correcto entendimiento y la debida coordinación de la entidades que participan en situaciones de emergencia y desastre. El término «Radiocomunicaciones para la protección pública» hace alusión a las radiocomunicaciones utilizadas por las instituciones encargadas del mantenimiento del orden público y la protección de vidas y bienes, en tanto que el término «Radiocomunicaciones para operaciones de socorro» hace alusión a las radiocomunicaciones utilizadas por las instituciones y organizaciones encargadas de atender a una grave interrupción del funcionamiento de la sociedad, y que constituye una seria amenaza generalizada para la vida humana, la salud, la propiedad o el medio ambiente.

La Conferencia Mundial tuvo entre sus consideraciones que muchas administraciones desean promover la interoperabilidad y el interfuncionamiento entre sistemas utilizados para la protección pública y las operaciones de socorro, tanto a nivel nacional como transfronterizas, en situaciones de emergencia y operaciones de socorro. También se reconoció que las instituciones y organismos de protección pública y de operaciones de socorro tienen inicialmente un conjunto mínimo de necesidades, incluyendo de forma no exhaustiva, la interoperabilidad, la seguridad y fiabilidad de las comunicaciones, la capacidad suficiente para dar respuesta a emergencias, el acceso prioritario a la utilización de los sistemas no especializados, a rapidez de la respuesta, la capacidad para tratar múltiples llamadas de grupo y la posibilidad de dar cobertura a zonas amplias, tal como se describe en el Informe UIT-R M.2033.

La Conferencia expuso que las actuales aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro son en su mayoría aplicaciones en banda estrecha que soportan telefonía y datos en baja velocidad, generalmente en anchuras de banda de canal de 25 kHz o inferiores, que aunque continúen siendo aplicaciones de banda estrecha, se espera que en el futuro exista aplicaciones de banda amplia (velocidades de datos indicativas del orden de 384-500 kbit/s) y/o de banda ancha (velocidades de datos indicativas del orden de 1-100 Mbit/s) con anchuras de banda de canal que dependerán de la utilización de tecnologías eficaces espectralmente. En este aspecto se observó que el continuo desarrollo de nuevas tecnologías tales como las IMT y los sistemas posteriores, así como los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) pueden apoyar o complementar las aplicaciones avanzadas de protección pública y operaciones de socorro.

La Conferencia tuvo en cuenta que diversas frecuencias y bandas de frecuencias son utilizadas para estas aplicaciones de Protección Pública y Operaciones de Socorro, de

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	
Página: 26 de 30		

manera independiente por cada Administración. Por ejemplo, el Manual del UIT-D sobre operaciones de socorro reporta las siguientes bandas de frecuencias: 3-30, 68-88, 138-144, 148-174, 380-400 380-385/390-395 MHz, 400-430, 440-470, 764-776, 794-806, y 806-869 MHz, y que por lo tanto la cantidad de espectro necesario cada día para la protección pública puede diferir considerablemente entre los países, y que para intervenir en un desastre puede ser necesario el acceso a espectro adicional, con carácter temporal.

La Conferencia reconoció que a fin de lograr la armonización del espectro, una solución basada en una gama de frecuencias comunes regionales puede permitir a las administraciones alcanzar esa armonización y al mismo tiempo seguir satisfaciendo las necesidades nacionales de planificación y que por lo tanto es innegable reconocer los beneficios de la homogeneización del espectro tales como:

- el mayor potencial para la interoperabilidad;
- una mayor base de fabricación y un mayor volumen de equipos que se traduzca en economías de escala y en una amplia disponibilidad de equipos;
- la mejora de la gestión y la planificación del espectro; y
- la mayor coordinación internacional y la mayor circulación de equipos;

La Conferencia reconoció que muchas administraciones utilizan bandas de frecuencia por debajo de 1 GHz en banda estrecha para las aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro, y que las aplicaciones que exigen grandes zonas de cobertura y que dan una buena disponibilidad de la señal tendrán cabida generalmente en bandas de frecuencias inferiores, y que las aplicaciones que requieren anchuras de bandas mayores tendrán cabida generalmente en bandas cada vez más altas.

Con el fin de armonizar las bandas/gamas de frecuencia en el plano regional para ofrecer mejores soluciones para la protección pública y las operaciones de socorro, la Resolución 646 (Ginebra, 2003), identificó las siguientes bandas de frecuencia en la Región 2 Americana: 746-806 MHz, 806-869 MHz y 4.940-4.990 MHz;

La Resolución 646 destacó que las administraciones deben tener flexibilidad para:

- determinar, en el plano nacional, la cantidad de espectro que deben poner a disposición para la protección pública y las operaciones de socorro, de las bandas identificadas en esta Resolución, a fin de atender a sus necesidades nacionales particulares;
- hacer posible que las bandas identificadas en esta Resolución puedan ser utilizadas por todos los servicios que tienen atribuciones dentro de esas bandas de

conformidad con las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones, teniendo en cuenta las aplicaciones actuales y su evolución;

- determinar la necesidad y oportunidad de poner a disposición las bandas identificadas en esta Resolución, así como las condiciones de su utilización, con fines de protección pública y operaciones de socorro, a fin de atender a las situaciones nacionales

En este sentido, la anotación CLM 75 del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias de Colombia, indica que “Se atribuye, a título primario, a los servicios FIJO y MÓVIL la banda de frecuencias 4.940 - 4.990 MHz, para ser utilizada para Acceso de Banda Ancha Inalámbrica en radiocomunicaciones para protección pública, operaciones de socorro y salvaguarda de la vida humana”

Por su parte, Estados Unidos adoptó para los servicios de seguridad pública la banda de frecuencias de 763 a 775 MHz y 793 a 805 MHz, cuyas reglas de servicio están descritas en el “700MHz Second Report and Order” del 2007. La siguiente figura muestra la estructura de la banda de 700 MHz para servicios de seguridad pública.

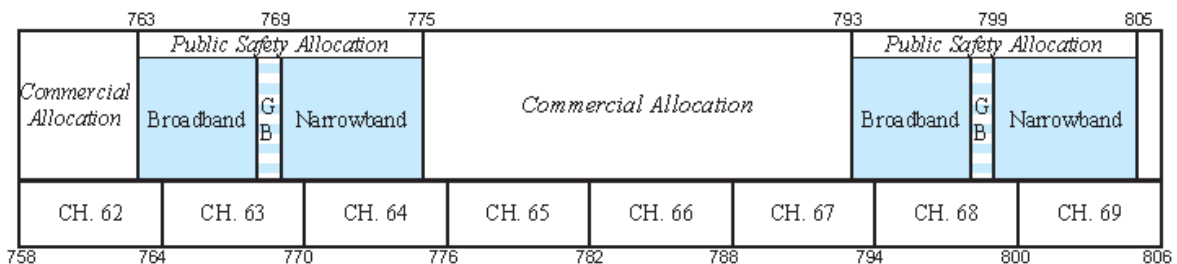


Figura 15. Plan de la banda de 700 MHz para servicios de seguridad pública

Fuente: (FCC, Federal Communications Commission, 2007)

La licencia de 10 MHz de espectro para comunicaciones de banda ancha en seguridad pública, correspondiente al rango de 763 – 768 MHz / 793 – 798 MHz, fue creada con el objetivo de asociarse con la sub-banda “D”, destinada a fines comerciales, de tal forma que se pudiera desplegar una red de comunicaciones como una alianza entre proveedores públicos y privados.

Sin embargo, y como se mencionó previamente, durante la subasta del 2008, la sub-banda D no fue otorgada, ya que ningún oferente alcanzó el precio de reserva. Por esta razón, aún se mantienen las discusiones sobre las reglas para una nueva subasta.

Ahora bien, en el caso de Perú, según el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias de dicho país, la banda de 380 a 400 MHz ha sido destinada para fines de seguridad pública. Asimismo, las bandas 385–386 MHz y 395–396 MHz están atribuidas para prestar

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 28 de 30		

servicios públicos de telecomunicaciones a título secundario, con fines de seguridad pública o de atención en situaciones de emergencia o de socorro.

De manera similar, otros países como México y Venezuela no tienen contemplado el uso de la banda de 700 MHz para sistemas de seguridad pública²³. Por ejemplo, México está haciendo uso de las bandas 2182 KHz, 4125 KHz, 4209.5KHz, 121.5MHz/123.1MHz, 148 – 174 MHz, 156.8 MHz, 380 – 406 MHz, 450 – 470 MHz, 821 – 824 MHz/ 866 MHz y 4.940 – 4.990 MHz²⁴ en servicios de seguridad pública, mitigación de desastres y operaciones de socorro. Por su parte, en el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias de Venezuela se atribuye la banda de 4.940 a 4.990 MHz para estos fines.

En Brasil se están haciendo uso de las bandas de 381MHz, 391 MHz, 450 MHz, 800 MHz y 4.940 a 4.990 MHz²⁵, adicionalmente se están adelantando pruebas de redes de comunicaciones para seguridad pública en la banda de 700 MHz, aunque esto no represente una posición definitiva del gobierno respecto del uso de esta banda para tales fines.

4.6 Preguntas asociadas a la sección 4


Con base en los análisis realizados por la ANE en relación con las opciones de canalización de la banda de 700 MHz y otras consideraciones técnicas, como la definición de bandas de guarda para la coexistencia en bandas adyacentes con otros servicios y entre sistemas TDD y FDD y la conveniencia de destinar una porción de espectro para seguridad pública, es de interés para el Ministerio TIC y la ANE conocer las opiniones del sector en relación con los siguientes puntos:

1. Con base en los desarrollos tecnológicos disponibles en la actualidad y las perspectivas de desarrollo de un ecosistema común con la región de Asia-Pacífico, ¿Considera conveniente fijar alguna posición sobre la canalización a utilizar?
2. ¿Cuál de las opciones de canalización presentadas resulta más conveniente para el país de acuerdo con las necesidades de Colombia? Por favor explicar su respuesta.
3. ¿Cuáles y de qué tamaño deben ser las bandas de guarda definidas dentro del rango de espectro de 698 a 806 MHz con el fin de garantizar la coexistencia en bandas adyacentes con otros servicios y entre sistemas TDD y FDD? ¿Qué estudios técnicos soportarían esta sugerencia?

²³ Conclusiones de las reuniones realizadas entre la ANE y delegados de COFETEL y CONATEL

²⁴ Información reportada por la delegación de México al punto 3.2 de la Reunión XVII del CCP II - CITEL

²⁵ Información proporcionada por ANATEL en reuniones realizadas por la ANE

Versión: 0	Documento de consulta pública Consideraciones técnicas en el uso de la banda del Dividendo Digital	 Agencia Nacional del Espectro
Página: 29 de 30		

4. ¿Debería usarse una parte de la banda de 700 MHz para el uso exclusivo de sistemas de seguridad pública, operaciones de socorro y mitigación de desastres? De ser positiva la respuesta ¿Qué parte de la banda debería ser reservada para este tipo de servicios? Por favor explicar su respuesta.
5. En caso que la respuesta anterior sea afirmativa, ¿recomendaría que los sistemas de seguridad pública sean soportados por redes y operadores comerciales?; en caso que sea negativa, ¿en que otra banda de frecuencia considera conveniente realizar la atribución para servicios de seguridad pública? Explique su respuesta.
6. ¿Qué otras consideraciones técnicas deben ser tenidas en cuenta por el Ministerio TIC para que ser incluidas dentro del proceso de asignación de espectro para servicios IMT en la banda de 700MHz?

5 METODOLOGÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE COMENTARIOS

Las respuestas y comentarios al Documento de Consulta Pública sobre las Consideraciones Técnicas en el Uso de la Banda del Dividendo Digital, deben ser enviados al correo electrónico consultadividendodigital@ane.gov.co o remitidas a la Agencia Nacional del Espectro ubicada en la Calle 93B # 16-47 Piso 6, antes del 10 de Febrero de 2012.

BIBLIOGRAFÍA

- 3GPP. (2011). *Overview of 3GPP Release 11 V0.0.8 (2011-09)*. 3GPP.
- 3GPP. (2011). *Technical Specification Group Access Network E-UTRA*. 3GPP.
- ANATEL. (2010). *PORTAL ANATEL*. Recuperado el 18 de Octubre de 2011, de PLANO DE ATRIBUIÇÃO, DESTINAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE FAIXAS DE FREQUÊNCIAS DO BRASIL: <http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=240203&assuntoPublicacao=Plano%20de%20Atribuição,%20Destinação%20e%20Distribuição%20de%20Faixas%20de%20Frequências%20no%20Brasil%20-%20Edição%202010&caminhoRel=null&filtro=1>
- CNC. (2010). *CNC*. Recuperado el Octubre de 2011, de Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia en la República de Argentina: <http://www.cnc.gov.ar/ciudadanos/espectro/atribucion.asp>
- COFETEL. (2007). *COFETEL*. Recuperado el 18 de Octubre de 2011, de Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de México : http://www.cft.gob.mx/es_mx/Cofetel_2008/Cofe_cuadro_nacional_de_atribucion_d_e_frecuencias_d
- CONATEL. (2010). *CONATEL*. Recuperado el 20 de Octubre de 2011, de Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias: http://www.conatel.gov.ve/files/consulta/PA_CUNABAF_CP.pdf

- FCC. (Mayo de 2007). *Band Plans*. Recuperado el Octubre de 2011, de 700MHz Band Plan: <http://wireless.fcc.gov/auctions/data/bandplans/700MHzBandPlan.pdf>
- FCC. (2007). *Federal Communications Commission*. Recuperado el Octubre de 2011, de SECOND REPORT AND ORDER: http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-07-132A1.pdf
- FORUM, A. W. (2010). *HARMONISED FREQUENCY ARRANGEMENTS FOR THE BAND 698-806 MHZ*. República de Corea.
- FORUM, W. (2011). *WiMAX Forum® Air Interface Specifications WMF-T23-005-R015v05*.
- Katz, R. y.-R. (2010). *Beneficios Económicos del Dividendo Digital para América Latina*. AHCJET.
- Rysarvy Research - 3G Americas. (2010). *Transition to 4G - 3GPP Broadband Evolution to IMT-Advanced*.
- SUBTEL. (2006). *SUBTEL*. Recuperado el Octubre de 2011, de Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico: http://www.leychile.cl/Consulta/Exportar?radioExportar=Normas&exportar_formato=pdf&nombreachivo=DTO-127_18-ABR-2006&exportar_con_notas_bcn=True&exportar_con_notas_originales=True&exportar_con_notas_al_pie=True&hddResultadoExportar=249068.2011-01-28.0.0%2
- UIT. (2011). *UIT-R M.1036-3*. UIT.