



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DE LA COMISIÓN FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES RECOMIENDA QUE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ADOpte LA OPCIÓN DE SEGMENTACIÓN A5 PARA LA BANDA DE FRECUENCIAS 698-806 MHz (BANDA 700), INCLUIDA EN LA RECOMENDACIÓN UIT-R M.1036, EN EL ÁMBITO DE SUS ATRIBUCIONES RESPECTO A LOS USOS FUTUROS DE LA BANDA.

ANTECEDENTES

- I. **Atribución de la Banda 698-806 MHz al Servicio Móvil.** En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, celebrada en el año 2007 (la CMR-07), se modificó la atribución de la banda 698-806 MHz a efecto de incluir el servicio móvil a categoría primaria, antes atribuido a categoría secundaria.
- II. **Identificación de la Banda 698-806 MHz como IMT.** En la misma CMR-07 se incluyó la banda 698-806 MHz en la nota 5.317A del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (en lo sucesivo "RR"), con lo que dicha banda quedó identificada para el despliegue de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT por sus siglas en inglés).
- III. **Inclusión de la Segmentación A5 en la Región Américas.** Durante la XVIII Reunión del Comité Consultivo Permanente II, de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (en lo sucesivo "CITEL") celebrada en noviembre de 2011, se adoptó la nueva Recomendación CCP.II/REC. 30 (XVIII-11), denominada "*Disposiciones de Frecuencias de la Banda 698 – 806 MHz en las Américas para Servicios Móviles de Banda Ancha*", en la que se incluye la disposición de frecuencias A5 (también conocida como segmentación APT) como una alternativa de segmentación para la banda 698-806 MHz.

En virtud de estos Antecedentes, y

CONSIDERANDO

PRIMERO. Objetivos de la Ley Federal de Telecomunicaciones.

Con fundamento en el artículo 7 de la Ley Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo "LFT"), los objetivos de dicho ordenamiento son promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones; ejercer la rectoría del Estado en la materia para garantizar la



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

soberanía nacional; fomentar una sana competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones, a fin de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios, y promover una adecuada cobertura social.

SEGUNDO. Competencia en materia de administración del espectro radioeléctrico.

De conformidad con los artículos 17 y 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (en lo sucesivo "LOAPF") y 9-A de la LFT, la Comisión Federal de Telecomunicaciones (en adelante la "Comisión") es el órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (en lo sucesivo la "Secretaría"), con autonomía técnica, operativa, de gasto y de gestión, encargado de regular, promover y supervisar el desarrollo eficiente y la cobertura social amplia de las telecomunicaciones y la radiodifusión en México, con autonomía plena para dictar sus resoluciones.

En términos de los artículos 9-A fracción VIII de la LFT y 9 fracción XVI del Reglamento Interno de la Comisión (en lo sucesivo "RICFT"), corresponde a la Comisión administrar el espectro radioeléctrico y promover su uso eficiente.

TERCERO. Plan Nacional de Desarrollo.

El 31 de mayo de 2007 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (en adelante "DOF") el decreto por el que se aprobó el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (en lo sucesivo el "PND"), disposición de carácter general expedida por el Titular del Ejecutivo, que tiene carácter vinculante para la Comisión como dependencia de la Administración Pública Federal Centralizada. Por tanto, la Comisión debe planear y conducir sus actividades acorde con las prioridades establecidas en dicho plan, de conformidad con el artículo 9 de la Ley de Planeación.

De ahí la importancia de atender al Segundo Eje del PND denominado "Economía competitiva y generadora de empleos", el cual se centra en lograr un mayor grado de competitividad en el desempeño de nuestra economía. Para ello, en su Objetivo 14 se refiere específicamente al tema de telecomunicaciones, dejando en claro la necesidad de garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de las telecomunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse de manera ágil y oportuna en todo el país, así como hacer más eficientes las telecomunicaciones hacia el interior y exterior del país, de forma que estos sectores contribuyan a aprovechar las ventajas competitivas con las que cuenta México.

Del mismo modo, a fin de alcanzar los propósitos establecidos dentro del objetivo 14 en comento, el PND establece diversas estrategias, entre las cuales sobresale la estrategia 14.4, la cual plantea la necesidad de "Modernizar el marco normativo que permita el



COMISION FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

crecimiento de las telecomunicaciones, el uso y desarrollo de nuevas tecnologías y la seguridad sobre el uso de la información, los servicios y las transacciones electrónicas”.

CUARTO. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes.

El 18 de enero de 2008 se publicó en el DOF el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012, cuyo reto es promover la competencia entre concesionarios a fin de ampliar la cobertura de los servicios del país y lograr que las tarifas permitan el acceso a un mayor número de usuarios. Esto se logrará promoviendo el desarrollo de infraestructura tecnológica de conectividad que permita alcanzar una mayor penetración de la población desde cualquier rincón del país.

Dicho Programa establece las prioridades sectoriales a través del señalamiento de metas, objetivos, estrategias y líneas de acción; así mismo identifica de manera sintetizada los temas prioritarios para el periodo 2007-2012, entre los que destacan, la optimización de la infraestructura y la convergencia de servicios de telecomunicaciones, así como la adecuación del marco normativo y regulatorio en la materia.

QUINTO. Administración del Espectro Radioeléctrico en la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

El artículo 44 numeral 2 de la Constitución de la UIT, dispone lo siguiente:

*“En la utilización de bandas de frecuencias para los servicios de radiocomunicaciones, los Estados Miembros tendrán en cuenta que las frecuencias y las órbitas asociadas, incluida la órbita de los satélites geoestacionarios, son recursos naturales limitados que **deben utilizarse de forma racional, eficaz y económica, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones, para permitir el acceso equitativo a esas órbitas y a esas frecuencias a los diferentes países o grupos de países, teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo y la situación geográfica de determinados países”.***

(Lo resaltado es propio)

En referencia al empleo de nuevas tecnologías, la misma Constitución de la UIT en el numeral 1 de su artículo 44 establece lo que a la letra dice:

“Los Estados Miembros procurarán limitar las frecuencias y el espectro utilizado al mínimo indispensable para obtener el funcionamiento satisfactorio de los servicios necesarios. A tal fin, se esforzarán por aplicar, con la mayor brevedad, los últimos adelantos de la técnica.”



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

Por su parte, el Preámbulo del RR, instrumento de la Unión que reglamenta el uso de los recursos de espectro y órbitas satelitales, hace suyos los preceptos de la Constitución antes citados y establece los siguientes como sus objetivos:

*"0.6 facilitar el acceso equitativo y la utilización racional de los recursos naturales constituidos por el espectro de frecuencias y la órbita de los satélites geoestacionarios;
0.7 garantizar la disponibilidad y la protección contra la interferencia perjudicial de las frecuencias designadas para fines de socorro y seguridad;
0.8 contribuir a la prevención y resolución de los casos de interferencia perjudicial entre los servicios radioeléctricos de administraciones diferentes;
0.9 facilitar el funcionamiento efectivo y eficaz de todos los servicios de radiocomunicaciones;
0.10 tener en cuenta y, en caso necesario, reglamentar las nuevas aplicaciones de la tecnología de las radiocomunicaciones."*

A efectos de analizar lo que se señala a continuación cabe aclarar que con base en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española la palabra "gestión" es la "acción y efecto de administrar".

Hecha la aclaración pertinente y de conformidad con la Recomendación UIT-R SM.1047-1 "Gestión Nacional del Espectro" la Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT, ha considerado que la administración eficaz del espectro es fundamental para conseguir el máximo de beneficio del recurso espectral, y en atención a su demanda, existe una necesidad de mejorar su gestión.

El Sector de Radiocomunicaciones de la UIT ha elaborado y publicado Manuales sobre gestión nacional del espectro, sobre comprobación técnica del espectro y sobre técnicas informáticas para la gestión del espectro, así como un Diccionario de Datos de Radiocomunicaciones para ayudar a establecer prácticas eficaces de administración del espectro, tomando en cuenta los aspectos económicos como parte integrante del proceso global de administración del espectro.

Derivado de lo anterior la UIT-R recomienda que en la administración nacional del espectro se consideren, entre otros, los siguientes temas:

- principios fundamentales de la gestión del espectro,
- planificación del espectro,
- prácticas de ingeniería del espectro,
- autorización de frecuencias,
- utilización del espectro (incluida la eficacia de la utilización del espectro),
- control del espectro (inspección y control),
- automatización de la gestión del espectro,
- economía del espectro;



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

En tal tenor, queda de manifiesto que la segmentación de una determinada banda de frecuencia del espectro radioeléctrico es una práctica de ingeniería del mismo, que planifica la futura utilización del espectro, influyendo con ello en la eficiente economía del espectro.

Ahora bien, en atención a la facultad atribuida a la Comisión como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría, con autonomía técnica, en el artículo 9-A fracción VIII de la LFT, consistente en administrar el espectro, se colige que la Comisión en atención a la Recomendación de la UIT citada, está encargada de administrar el espectro radioeléctrico; entendiéndose por ello que la planeación oportuna del espectro radioeléctrico basada en la mejor segmentación posible, detonará indubitablemente un uso eficiente del espectro radioeléctrico.

SEXTO. Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT).

La Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT (en lo sucesivo UIT-R) ha tomado en cuenta diversos factores interrelacionados durante el desarrollo de sus Recomendaciones e Informes, entre las cuales se define la etapa siguiente de las capacidades de las comunicaciones inalámbricas para su despliegue mundial bajo la visión del proceso y líneas de tiempo de las comunicaciones IMT, cuyo origen y evolución se describe a continuación.

A mediados de los años 80, se acuñó en la UIT el término "IMT-2000", un acrónimo para "Telecomunicaciones Móviles Internacionales año 2000" (*International Mobile Telecommunications 2000*) dado que la entrada en servicio de este tipo de comunicaciones estaba prevista en ese entonces para el año 2000. Los estudios sobre este tema estuvieron a cargo del Grupo de Tareas Especiales 8/1 de Radiocomunicaciones, el cual estuvo encargado de elaborar los principios y enfoques que habrían de tomarse en cuenta para la evolución de los sistemas existentes, así como de la elaboración de Recomendaciones sobre las IMT-2000.

De forma general, en esa época los sistemas IMT-2000 fueron considerados como los sistemas de tercera generación (3G) cuyo objetivo es unificar los diversos sistemas actuales dentro de una infraestructura de radiocomunicaciones ininterrumpida capaz de ofrecer una amplia gama de servicios alrededor del año 2000 en entornos operativos muy diversos.

Los estudios iniciales estuvieron dedicados a definir los objetivos para las IMT-2000 y las respectivas necesidades de espectro como parte de los trabajos realizados en la Conferencia Mundial de Administrativa Radiocomunicaciones de 1992 (CAMR-92) para examinar la atribución de frecuencias para poner en marcha las IMT-2000.

Conforme se ha avanzado en los trabajos de UIT-R en esta materia, aunado a la aparición de nuevas tecnologías, en combinación con nuevas necesidades de los usuarios, el



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

incremento en la demanda de servicios de banda ancha, incluyendo la banda ancha inalámbrica móvil, la UIT ha desarrollado las definiciones y requerimientos para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-Avanzadas (en lo sucesivo "IMT-Avanzadas"), que superan los requerimientos establecidos por la definición de las IMT-2000 y se han agregado nuevas características y requerimientos para estas tecnologías.

Las IMT-Avanzadas dan acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación, en especial los servicios móviles avanzados, admitidos por redes fijas y móviles, que utilizan cada vez más la transmisión por paquetes.

Los sistemas de IMT-Avanzadas admiten aplicaciones de baja y alta movilidad y una amplia gama de velocidades de datos, de conformidad con las demandas de los usuarios y de servicios en numerosos entornos de usuario. Las IMT-Avanzadas también tienen capacidades destinadas a aplicaciones multimedia de elevada calidad en una amplia gama de servicios y plataformas, lo que les permite lograr mejoras considerables de funcionamiento y calidad de servicio. De manera general, el término "IMT" agrupa de forma integral tanto las definiciones de "IMT-2000" como las de "IMT-Avanzadas".

1. Identificación de bandas para IMT. Como resultado de los trabajos de la CAMR-92, se identificó a las bandas 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz para su uso a nivel mundial para la introducción de las IMT-2000, lo cual marcó el inicio de la identificación de espectro radioeléctrico para las IMT-2000.

En el año 2000, se tomó la decisión histórica, con la aprobación unánime, de las especificaciones técnicas para los sistemas de tercera generación bajo la identificación IMT-2000, en donde el espectro entre 400 MHz y 3 GHz se consideró técnicamente adecuado para los sistemas 3G. Esta aprobación significó, por primera vez, que era posible lograr una completa interoperabilidad para los sistemas móviles.

Asimismo, como consecuencia de los trabajos de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del año 2000, se identificaron bandas adicionales de espectro para la introducción de las IMT-2000: 806-960 MHz, 1710-1885 MHz y 2500-2690 MHz.

Posteriormente, en la CMR-07, la UIT identificó más bandas del espectro radioeléctrico para la introducción de las IMT: 450-470 MHz (global); 698-806/862 MHz (algunos países identificaron sólo la banda 790-862 MHz); 2300-2400 MHz (global) y 3400-3600 MHz (a través de notas al pie del RR de aplicación opcional).

2. Identificación de la banda 698-806 MHz para aplicaciones IMT. Durante la celebración de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT del año 2007 (en lo sucesivo "CMR-07") se identificó la banda 698-806 MHz en la Región 2 (excepto Brasil) para las aplicaciones IMT, de conformidad con la Resolución 224 de la CMR-07, en la cual la UIT alienta a las administraciones a tomar en consideración los resultados de los



COMISIÓN FEDERAL DE
TELÉCOMUNICACIONES

estudios del UIT-R y toda medida que se haya recomendado, al implementar aplicaciones y sistemas en la banda 698-806 MHz en la Región 2.

SÉPTIMO. Importancia de la banda de 698 a 806 MHz para el despliegue de la banda ancha en México.

En los últimos años se ha observado una tendencia de crecimiento acelerado en la cantidad de usuarios de banda ancha móvil a consecuencia de diversos factores. Por una parte, la evolución tecnológica permite el uso cada vez más eficiente del espectro otorgando a los usuarios conexiones de alta velocidad, y por otra parte la aparición de terminales de usuario con mejores prestaciones a precios cada vez más reducidos adicionado al incremento en cantidad, cobertura y capacidad de redes que son capaces de brindar servicios de banda ancha móvil, han resultado en una verdadera explosión en la cantidad de conexiones y el tráfico en las redes de banda ancha móvil que ha superado por mucho los pronósticos calculados en el pasado.

Es así, que el insumo principal para posibilitar la operación de los servicios inalámbricos es el espectro radioeléctrico. Éste es un recurso finito, por lo que para incrementar las prestaciones y capacidades de las redes se cuenta por una parte con la mejora en las tecnologías y técnicas para aprovechar mejor el espectro y por otro lado con la posibilidad de incrementar la cantidad de infraestructura para ampliar tanto la cobertura como la capacidad de las redes hasta cierto límite haciéndose necesario eventualmente poner a disposición mayor cantidad de espectro para brindar más servicios.

Debido a las condiciones de propagación y de permeabilidad de señales, las bandas de frecuencias que se encuentran por debajo de 1 GHz son las que ofrecen las mejores condiciones técnicas para proporcionar servicios móviles. Por otra parte, para la prestación de servicios móviles de banda ancha, es preferible contar con segmentos amplios de espectro que permitan que tecnologías de banda ancha móvil ofrezcan las mejores características en cuanto a tasas de transmisión de datos, latencia en las redes, experiencia de usuario y eficiencia espectral, lo cual es apreciable cuando se utilizan canales de 10 MHz de ancho o mayores. (Ver Anexo 1)

En tal virtud, se observa que las bandas por debajo de 1 GHz que cumplen con las consideraciones anteriores y que estarían disponibles en México para la prestación de servicios de banda ancha móvil se encuentra únicamente la banda de 698-806 MHz, que en un futuro se estima estará disponible gracias a la transición a la televisión digital terrestre.

Esta banda denominada comúnmente como "el dividendo digital" ha sido o está siendo liberada en gran parte del mundo para su uso en servicios de banda ancha, y se está haciendo de una manera altamente armonizada, de forma tal que se estima que las economías de escala que se desarrollarán alrededor del uso de esta banda de frecuencias serán lo suficientemente grandes como para que los sectores poblacionales



COMISIÓN FEDERAL DE
TELÉCOMUNICACIONES

de menores ingresos puedan acceder a terminales inteligentes y servicios de banda ancha móvil gracias a la disminución de los precios. Este pronóstico puede hacer una diferencia en los beneficios por el uso de esta banda, abriendo la posibilidad de masificar el despliegue de banda ancha móvil en el país, elevando la calidad de vida de la población al tener mejor acceso a servicios de telemedicina, e-educación, e-gobierno y entretenimiento, además de la derrama económica que esto significa. **(Ver Anexo 2)**

Por lo anterior se considera que la banda de 698-806 MHz reviste una importancia estratégica como potencializadora de buena parte de los objetivos y estrategias de desarrollo nacional.

OCTAVO. Ciclo de Tiempo para la Disponibilidad Tecnológica y el Desarrollo de Redes.

Las bandas de espectro radioeléctrico que serán utilizadas en el futuro para la provisión de servicios inalámbricos, requiere de una anticipación de varios años, dado que es un proceso que pasa por varias etapas complejas y que requieren de coordinación de acuerdos internacionales tanto a nivel gubernamental como privado.

En este sentido, el primer paso de carácter regulatorio que se da para contar con una nueva banda de espectro para algún servicio, como es el caso del servicio móvil, sucede en los organismos internacionales como la UIT, en donde se dan las condiciones para alcanzar los consensos necesarios entre los Estados miembros para que de manera regional o mundial se atribuya alguna banda del espectro para nuevos servicios, lo cual comúnmente ocurre durante la celebración de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones. Las decisiones se basan en los propios estudios de la UIT y en contribuciones de los países miembros o los respectivos organismos regionales especializados. El proceso anterior puede llevar un tiempo del orden de 4 años o más, tomando en cuenta que la celebración de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones es cada 3 o 4 años.

Una vez que se cuenta con la atribución de una banda para algún servicio y se han establecido los requerimientos mínimos para tal servicio, como es el caso de los requisitos operación y funcionalidad para las IMT, toca el turno para que los cuerpos de desarrollo de estándares tecnológicos se den a la tarea de establecer de forma detallada todos los parámetros técnicos bajo los cuales deberán funcionar los equipos de manera que puedan ser interoperables bajo un mismo ecosistema.

Este trabajo corre a cargo principalmente de los fabricantes de componentes electrónicos, de equipos de red, de terminales de usuario y de operadores de servicios de todo el mundo, quienes conforme a su especialidad e intereses participan en el desarrollo de algún estándar en particular dentro de las organizaciones estandarizadoras respectivas. Tal es el caso de la organización 3GPP (3G Generation Partnership Project), responsable del desarrollo y actualización de los estándares para la tecnología LTE; y del Instituto de



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE por sus siglas en inglés), responsable por su parte de la definición del estándar WiMax. En esta etapa, el desarrollo de los estándares puede tomar entre 1 a 3 años en promedio, y obedece principalmente a la factibilidad técnica y al potencial económico que observen las partes interesadas para el desarrollo de un estándar específico.

De igual forma, los desarrolladores de tecnología que se encargan del diseño y fabricación de los componentes electrónicos que operarán bajo alguno de los estándares definidos, requieren de inversión en materia de investigación y desarrollo para contar con tecnología eficiente para la prestación de servicios, de tal forma que la planeación de su presupuesto se da con un año de anticipación en promedio, requiriendo además otro año para el lanzamiento de los primeros desarrollos disponibles para operadores y usuarios.

Con lo anterior, los operadores se encontrarán habilitados para desplegar sus redes utilizando los equipos desarrollados, lo que para el caso de una nueva red requiere de una cuidadosa planeación a efecto de que el operador anticipe los capitales necesarios para, en su caso, adquirir las bandas de espectro y para invertir en el despliegue de su red. Esto se traduce en no menos de 18 meses de planeación presupuestal, más el tiempo necesario para el despliegue de las redes, el cual puede variar entre 1 a 2 años para dar inicio a la prestación de servicios. (Ver Anexo 2)

NOVENO. Definición Regulatoria para el Desarrollo del Ecosistema de la Banda 698-806 MHz.

Para el caso particular de la banda 698-806 MHz, se tiene por una parte que la UIT ha concluido sus trabajos en cuanto a la identificación de esta banda para las IMT desde el 2007 y ha emitido la recomendación que contempla los esquemas de segmentación para la misma a inicios de este año. Del mismo modo, para el caso de la tecnología LTE el trabajo del 3GPP para la publicación oficial del estándar para la banda 698-806 MHz bajo el esquema de segmentación APT en modo FDD está prácticamente concluido. Se espera que la oficialización del estándar se dé en el futuro inmediato. (Ver Anexo 3)

Por tanto, el estado de desarrollo para la banda 698-806 MHz se encuentra ahora en la etapa en la cual los desarrolladores harán sus inversiones en investigación y desarrollo de equipos, con lo cual se espera ver la aparición de los primeros equipos para demostración a los operadores a mediados o fines del año 2013. (Ver Anexo 2)

En el mismo sentido, se considera oportuno pronunciarse sobre la futura utilización de la banda en cuestión, ya que con esto se contribuye a aminorar el tiempo para el desarrollo del ambiente técnico y económico para la prestación de los servicios de telecomunicaciones que requiere el país, al otorgar certidumbre a los desarrolladores de tecnología que invertirán para hacer disponible la tecnología a los operadores y usuarios en un menor tiempo y a que los eventuales operadores cuenten con el tiempo suficiente para contar con el capital requerido. (Ver Anexo 2)



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

DÉCIMO. Alternativas de Segmentación de la banda 698-806 MHz.

En el seno de la UIT y en particular en su sector de Radiocomunicaciones (el UIT-R), la mayor parte de las Recomendaciones e Informes relativos a las IMT son desarrollados por la Comisión de Estudio 5, específicamente por el Grupo de Trabajo 5D (en lo sucesivo "GT-5D"), el cual es responsable de los aspectos globales radioeléctricos del sistema IMT (IMT-2000 y IMT-Avanzados), incluidos los asuntos técnicos, los de operación y los del empleo del espectro. En especial, el GT-5D se ocupa de la elaboración y mantenimiento de las Recomendaciones sobre la componente terrenal de las IMT.

En este tenor, el GT-5D está a cargo de la revisión y actualización de la Recomendación UIT-R M.1036 "Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) en las bandas 806-960 MHz, 1710-2025 MHz, 2110-2200 MHz y 2500-2690 MHz", cuyo objeto de aplicación es proporcionar directrices sobre la selección de disposiciones de frecuencias de transmisión y recepción aplicables a la componente terrenal de los sistemas IMT-2000, así como sobre las propias disposiciones, con el objetivo de servir de ayuda a las administraciones en aspectos técnicos relativos al espectro que sean pertinentes para la implementación y utilización de la componente terrenal de IMT identificada en el RR. Las disposiciones de frecuencias se recomiendan desde el punto de vista de permitir la utilización más eficiente y eficaz del espectro para la provisión de servicios IMT, al tiempo que se minimiza el impacto sobre otros sistemas o servicios en dichas bandas, facilitando el crecimiento de los sistemas.

En la más reciente revisión de la Recomendación UIT-R M.1036, el GT-5D ha dispuesto incluir diversos esquemas de segmentación para la banda 698-906 MHz conforme al cuadro siguiente:

Arreglos de frecuencias en la banda 698-960 MHz

Arreglos de frecuencias	Arreglos pareados (para FDD)				Arreglos no pareados (para TDD) (MHz)
	Transmisor de la estación móvil (MHz)	Separación central (MHz)	Transmisor de la estación base (MHz)	Separación Dúplex (MHz)	
A1	824-849	20	869-894	45	Ninguno
A2	880-915	10	925-960	45	Ninguno
A3	832-862	11	791-821	41	Ninguno
A4	698-716	12	728-746	30	716-728
	776-793	13	746-763	30	
A5	703-748	10	758-803	55	Ninguno
A6	Ninguno	Ninguno	Ninguno		698-806
A7	698-738	28	766-806	68	738-766

(Ver Anexos 3 y 4)



UNDÉCIMO. Desarrollo de Estándares en la Banda 698-806 MHz.

La segmentación de la banda 698-806 MHz, conforme a lo especificado en la recomendación UIT-R M.1036-4 de la UIT, es útil no solo para efectos de la regulación de la misma, sino también como base para que los órganos de estandarización de tecnologías desarrollen de manera detallada las especificaciones técnicas para las tecnologías de acceso inalámbrico que soportan.

En este sentido, el organismo 3GPP es el cuerpo de estandarización integrado por miembros de la industria mundial de las telecomunicaciones móviles, agrupando principalmente a fabricantes de equipos de red, de terminales y a operadores. Este organismo define la evolución de las actuales tecnologías empleadas por la mayoría de las redes móviles hacia estándares de prestaciones superiores que cubren o superan los requerimientos mínimos definidos por la UIT para las tecnologías IMT, para posibilitar la evolución de tecnologías como GSM, W-CDMA o HSPA hacia el estándar convergente LTE.

En cuanto a las especificaciones del 3GPP para la interfaz de acceso de radio, este organismo ha definido diversas "clases de bandas" para las cuales se desarrollan los estándares, las cuales son definidas con base en los trabajos técnicos del 3GPP tomando en cuenta las alternativas viables para asegurar la operación eficiente de las tecnologías soportadas. Asimismo, la definición de las bandas de frecuencias operativas depende también de las frecuencias disponibles para su utilización en las diversas regiones o países del mundo.

Las clases de bandas definidas hasta ahora por el 3GPP incluyen configuraciones de bandas que han venido operando desde hace varios años, así como las nuevas bandas y segmentaciones que se han definido conforme se muestra en la siguiente tabla, destacando aquellas bandas que se encuentran dentro del segmento 698-806 MHz:

Bandas operativas definidas por el 3GPP¹

E-UTRA Banda Operativa	Banda operativa de subida (UL)	Banda operativa de bajada (DL)	Modo Dúplex
	Base (BS) recibe	Base (BS) transmite	
	Terminal de usuario (UE) transmite	Terminal de usuario (UE) recibe	
	$F_{UL\ low} - F_{UL\ high}$	$F_{DL\ low} - F_{DL\ high}$	
1	1920 MHz -- 1980 MHz	2110 MHz -- 2170 MHz	FDD
2	1850 MHz -- 1910 MHz	1930 MHz -- 1990 MHz	FDD
3	1710 MHz -- 1785 MHz	1805 MHz -- 1880 MHz	FDD
4	1710 MHz -- 1755 MHz	2110 MHz -- 2155 MHz	FDD
5	824 MHz -- 849 MHz	869 MHz -- 894MHz	FDD
6 ¹	830 MHz -- 840 MHz	875 MHz -- 885 MHz	FDD
7	2500 MHz -- 2570 MHz	2620 MHz -- 2690 MHz	FDD
8	880 MHz -- 915 MHz	925 MHz -- 960 MHz	FDD

¹ 3GPP TSG-RAN WG4 Meeting#63, Praga, República Checa, 21-25 Mayo 2012



COMISION FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

9	1749.9 MHz – 1784.9 MHz	1844.9 MHz – 1879.9 MHz	FDD
10	1710 MHz – 1770 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	FDD
11	1427.9 MHz – 1447.9 MHz	1475.9 MHz – 1495.9 MHz	FDD
12	699 MHz – 716 MHz	729 MHz – 746 MHz	FDD
13	777 MHz – 787 MHz	746 MHz – 756 MHz	FDD
14	788 MHz – 798 MHz	758 MHz – 768 MHz	FDD
15	Reservada	Reservada	FDD
16	Reservada	Reservada	FDD
17	704 MHz – 716 MHz	734 MHz – 746 MHz	FDD
18	815 MHz – 830 MHz	860 MHz – 875 MHz	FDD
19	830 MHz – 845 MHz	875 MHz – 890 MHz	FDD
20	832 MHz – 862 MHz	791 MHz – 821 MHz	FDD
21	1447.9 MHz – 1462.9 MHz	1495.9 MHz – 1510.9 MHz	FDD
22	3410 MHz – 3490 MHz	3510 MHz – 3590 MHz	FDD
23	2000 MHz – 2020 MHz	2180 MHz – 2200 MHz	FDD
24	1626.5 MHz – 1660.5 MHz	1525 MHz – 1559 MHz	FDD
25	1850 MHz – 1915 MHz	1930 MHz – 1995 MHz	FDD
26	814 MHz – 849 MHz	859 MHz – 894 MHz	FDD
28	703 MHz – 748 MHz	758 MHz – 803 MHz	FDD
...			
33	1900 MHz – 1920 MHz	1900 MHz – 1920 MHz	TDD
34	2010 MHz – 2025 MHz	2010 MHz – 2025 MHz	TDD
35	1850 MHz – 1910 MHz	1850 MHz – 1910 MHz	TDD
36	1930 MHz – 1990 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	TDD
37	1910 MHz – 1930 MHz	1910 MHz – 1930 MHz	TDD
38	2570 MHz – 2620 MHz	2570 MHz – 2620 MHz	TDD
39	1880 MHz – 1920 MHz	1880 MHz – 1920 MHz	TDD
40	2300 MHz – 2400 MHz	2300 MHz – 2400 MHz	TDD
41	2496 MHz – 2690 MHz	2496 MHz – 2690 MHz	TDD
42	3400 MHz – 3600 MHz	3400 MHz – 3600 MHz	TDD
43	3600 MHz – 3800 MHz	3600 MHz – 3800 MHz	TDD
44	703 MHz – 803 MHz	703 MHz – 803 MHz	TDD

NOTA 1: La Banda 6 no es aplicable

De la tabla anterior, se destacan las bandas definidas por el 3GPP dentro del segmento 698-806 MHz:

- Banda 12: Banda definida para el plan de segmentación de los EUA.
- Banda 13: Banda definida para el plan de segmentación de los EUA.
- Banda 14: Banda definida para el plan de segmentación de los EUA, en el espectro adjudicado para aplicaciones de seguridad publica de banda ancha.
- Banda 17: Banda definida para el plan de segmentación de los EUA.
- Banda 28: Banda definida para el plan de segmentación de APT, en modo FDD.



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

- Banda 44: Banda definida para el plan de segmentación de APT, en modo TDD.

(Ver Anexos 3 y 4)

DUODÉCIMO. La posición regional adoptada en la CITELE.

Durante la XVIII Reunión del Comité Consultivo Permanente II (en lo sucesivo "CCPII") de la CITELE, celebrada en noviembre de 2011 en la Ciudad de San Juan, Puerto Rico, se adoptó la nueva Recomendación CCP.II/REC. 30 (XVIII-11), denominada "Disposiciones de Frecuencias de la Banda 698 – 806 MHz en las Américas para Servicios Móviles de Banda Ancha"; dentro de la cual se destaca que la armonización del espectro entre los países de una región o de distintas regiones es vital, puesto que proporciona los beneficios de las economías de escala lo cual aumenta la posibilidad de acceso a los sectores de más bajos ingresos; así como el hecho de que una canalización eficiente de la banda tiene un efecto directo sobre el diseño de los equipos y de las redes de telecomunicaciones y por lo tanto en la inversión necesaria.

En tal sentido, la CITELE recomienda que las Administraciones de la CITELE que planeen utilizar la banda de 698 a 806 MHz para servicios móviles de banda ancha, consideren para dicho segmento la adopción de alguna de las opciones de canalización detalladas en el Proyecto de Revisión de la Recomendación UIT-R M.1036-3, refiriéndose a las opciones A4 y A5 de la citada Recomendación. Cabe señalar que se excluye la opción A6, cuya especificación es para sistemas con tecnología TDD, los cuales no se prevé que sean implementados en esta banda por las administraciones de nuestra región. (Ver Anexo 3)

DECIMOTERCERO. Esquemas de Segmentación Aplicables en Nuestra Región para la banda 698-806 MHz.

Tomando como base los esquemas de disposición de frecuencias de la última revisión de la Recomendación UIT-R M.1036 para la banda 698-806 MHz y conforme a los planes de bandas de frecuencias adoptados por la mayoría de los países de la Región, se observa que las opciones de disposición de frecuencias que son viables para su implementación en las Américas son las opciones A4 y A5, las cuales se discuten a continuación.

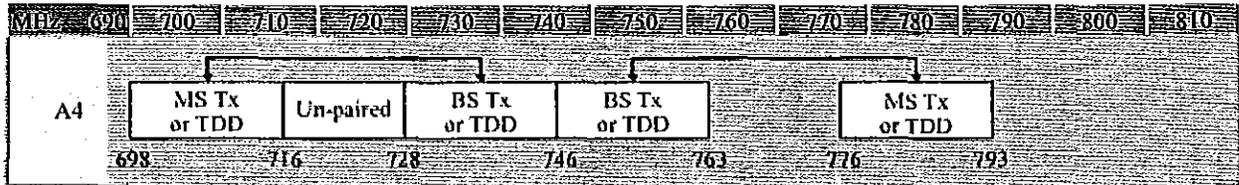
1. Arreglo A4

La opción A4, es una disposición de frecuencias que es consistente con el plan de banda adoptado por los Estados Unidos de América (en lo sucesivo "EUA") y Canadá, en el cual existen porciones que están destinadas a redes de seguridad pública y porciones destinadas a redes para servicios comerciales. Este plan de canalización contempla porciones de espectro para aplicaciones tanto de banda ancha como de banda angosta.



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

Arreglo A4 según la Recomendación UIT-R M.1036



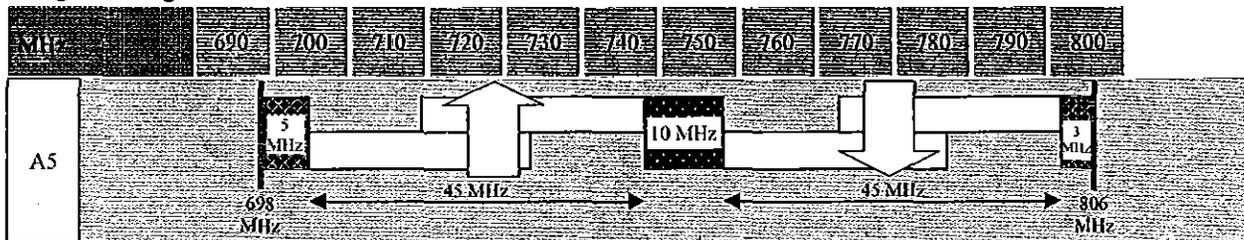
(Ver Anexos 2 y 4)

2. Arreglo A5

La opción A5 corresponde a un esquema de canalización para tecnologías FDD con dos bloques amplios de 45 MHz cada uno; uno para la transmisión del equipo terminal y el otro para la transmisión de las estaciones base.

Al contar con dos bloques de espectro de 45 MHz, se cuenta con una mayor flexibilidad de explotación y abre, en esta banda, el potencial de entrada para hasta tres operadores de servicios de telecomunicaciones de banda ancha móvil de alta calidad (con portadoras de 2x15 MHz para cada operador) o bien alguna combinación de portadoras de entre 10 y 20 MHz dotando de flexibilidad los esquemas de asignación posibles para servicios de banda ancha.

Arreglo A5 según la Recomendación UIT-R M.1036



(Ver Anexos 2 y 3)

DECIMOCUARTO. Análisis del esquema de segmentación A4.

El esquema de disposición de frecuencias A4 contenido en la Recomendación UIT-R M.1036, es la base para el esquema que se adoptó en los Estados Unidos de América y más recientemente en Canadá, el cual se muestra a continuación:



COMISION FEDERAL DE
TEL. Y COMUNICACIONES

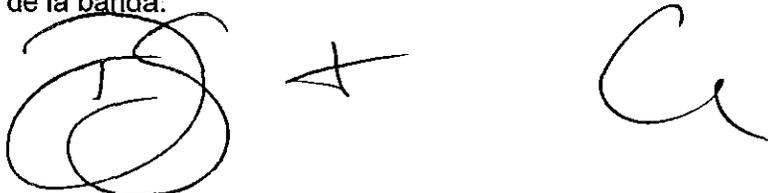
Plan de canalización de la banda 698-806 MHz en los Estados Unidos

	parte baja								parte alta							
ancho (MHz)	6	6	6	6	6	6	6	6	11	5	12	11	5	12	1	
frecuencia (MHz)	700	710	715	722	728	735	740	745	755	763	770	778	785	793	800	
apareamiento	FDD		TDD		FDD		FDD		FDD		FDD		FDD		FDD	
sentido tx	↑		↓		↓		↓		↓		↓		↑		↑	

Tal disposición de frecuencias fue diseñada por la *Federal Communications Commission* de los Estados Unidos de América (FCC) tomando en cuenta las necesidades particulares de ese país, tales como reglas particulares para no provocar interferencias al servicio de la TV y espectro dedicado para aplicaciones de seguridad pública, entre otras, de las cuales se destacan las siguientes:

- La FCC inicialmente determinó niveles máximos permisibles de potencia a los servicios comerciales en la banda de 700 MHz para mitigar los potenciales riesgos de interferencia perjudicial a las operaciones en canales adyacentes. Asimismo, la FCC impuso requerimientos adicionales para los servicios comerciales operando en la parte alta de la banda de 700 MHz, para proteger las operaciones de servicios de seguridad pública.
- En el mismo sentido, la FCC requirió que los servicios comerciales en la parte alta de la banda de 700 MHz y las entidades de seguridad pública intercambien información acerca de sus sistemas, a fin de limitar la potencial interferencia por intermodulación a los equipos móviles y portátiles de los servicios de seguridad pública en la banda de 700 MHz por parte de las radiobases de los servicios comerciales.
- Mediante la reconfiguración del plan de canalización para la banda de 700 MHz, la FCC decidió establecer una banda de guarda de 1 MHz entre los servicios de seguridad pública de banda angosta y la parte alta del bloque pareado C, de tal forma que la banda de guarda se ubica entre los bloques C y D de la parte alta de la banda de 700 MHz, dejando a los servicios de seguridad pública de banda ancha adyacentes al bloque de servicios comerciales D, originalmente contemplado para uso compartido por entidades públicas y privadas.

La definición de estas reglas dio lugar a un desequilibrio no anticipado en el desarrollo de equipamientos y redes para la banda de 700 MHz, encontrando hoy en día un amplio despliegue en ciertos segmentos de la banda y un muy modesto desarrollo en otros segmentos de la banda.





COMISION FEDERAL DE
TELICOMUNICACIONES

Esto ha traído como consecuencia que no se tenga interoperabilidad a lo largo de la banda de 700 MHz en Estados Unidos, lo cual ha desacelerado la construcción y los despliegues para banda ancha móvil, desequilibrando las condiciones de competencia, lo cual resulta en menor cantidad de opciones para los consumidores de ese país y costos más altos en los servicios y en las terminales.

También existen riesgos para los servicios de seguridad pública operando en la banda de 700 MHz bajo el plan de EUA, dado que redes de banda ancha dedicadas a la seguridad pública no serán capaces de desarrollar todo su potencial ante la presencia de una emergencia debido a la falta de interoperabilidad tanto con redes públicas como privadas. Sin interoperabilidad los servicios de seguridad pública sufren un acceso limitado y costos más altos.

Asimismo, existen diversos inconvenientes técnicos asociados al plan de banda de EUA, reconocidos y documentados, tanto por los propios integrantes del ecosistema en ese país, como por observadores y críticos externos.

Entre los aspectos más relevantes que componen la problemática asociada a esta segmentación y uso de la banda, se mencionan los siguientes:

Cuestiones técnicas y regulatorias

En el plan de banda de los EUA existe un alto potencial de interferencia debido a la falta de bandas de guarda entre varios bloques de frecuencias, así como al relativamente estrecho espaciamiento dúplex y a la separación dúplex dentro de las bandas baja y alta.

El bloque A (698-704 MHz) tiene problemas especiales de interferencia, por un lado debido a su proximidad con las transmisiones de alta potencia del canal 51 de TV (693-698 MHz) la cual es del orden de 1 MW (1,000,000 Watts), y por otro, debido a la falta de una banda de guarda con el bloque E, el cual al tratarse de un bloque TDD, transmitirá en sentido inverso al bloque A, lo cual ocurre también en el bloque C.

Por otra parte, la gran mayoría de las licencias otorgadas por la FCC en el bloque E pueden ser usadas para operaciones de alta potencia, lo que implica un alto riesgo de interferencia perjudicial a los receptores móviles del bloque A.

Más aún, la FCC ha dispuesto reglas especiales que requieren a los operadores del bloque A establecer acuerdos para la protección contra interferencias a las operaciones del canal 51 de TV, lo cual se traduce en la imposibilidad de proveer servicios en el bloque A en ciertas áreas geográficas, perjudicando el desarrollo de redes que operen en este bloque.



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

Bajo ese entorno regulatorio, los licenciarios del bloque A se ven obstaculizados para implementar el despliegue vigoroso de redes avanzadas de banda ancha, debido a la incertidumbre que rodea a los riesgos de interferencias de los operadores del canal 51. Esto impacta negativamente a las compañías y consumidores, especialmente a aquellos que se encuentran en áreas rurales y regionales que son atendidos por operadores pequeños.

Desarrollo de estándares

El cuerpo de establecimiento de estándares 3GPP, responsable de la definición del estándar LTE, adoptó el plan de banda Clase 17 cubriendo los bloques B y C, y la banda Clase 12, incluyendo los bloques A, B y C. No obstante, los fabricantes de terminales, chipsets e infraestructura, así como los proveedores inalámbricos, y el resto de la industria han invertido y desarrollado infraestructura y terminales que cumplen con los estándares de la Clase 17, no así para la Clase 12.

El rendimiento de los filtros actuales revela que el filtro para la Clase 12 proporciona 7 dB de rechazo al bloque E, mientras que el filtro para la Clase 17 proporciona 49 dB de rechazo al bloque E. Por tanto, los 42 dB extra de rechazo significan que el filtro para la Clase 17 proporciona una atenuación de la señal de alta potencia del bloque E 15,849 veces mayor que la que pueden proporcionar los filtros para la Clase 12.

En consecuencia, la Clase 17 con 6 MHz de separación del bloque E (la Clase 17 comienza en el canal 58) fue creada para habilitar la transición en el filtro del dispositivo inalámbrico, de manera que el filtro pueda proveer suficiente atenuación a la interferencia proveniente del bloque E.

Por el contrario, las especificaciones técnicas para la Clase 12 adoptadas por el 3GPP proporcionan valores de filtraje por debajo de lo óptimo debido a la falta de suficiente separación de frecuencias entre el bloque E (canal 56) y las frecuencias de la Clase 12 (iniciando en el canal 57). Como resultado, un filtro para la Clase 12 no mitiga suficientemente la interferencia de las operaciones de alta potencia en el bloque E. Lo anterior limita las operaciones en la Clase 12 a mercados en los cuales no exista una estación de TV en el canal 51.

Falta de interoperabilidad

El resolver los problemas de interoperabilidad a lo largo de la banda de 700 MHz puede requerir de modificaciones sustanciales a la manufactura de equipos y los planes de infraestructura de red, poniendo en riesgo la viabilidad comercial de los despliegues comerciales de banda ancha en 700 MHz.

Debido a limitaciones propias de la tecnología disponible al día de hoy, no existen dispositivos disponibles actualmente, en producción o incluso en desarrollo, que sean



COMISION FEDERAL DE
TELICOMUNICACIONES

capaces de operar en todas las bandas pareadas de 700 MHz. Actualmente los chipsets no son capaces de soportar más de dos bandas por debajo de 1 GHz. Debido a esta limitación, no es posible soportar más de una banda en 700 MHz más la banda celular de 800 MHz.

Lo anterior se debe a que los desarrolladores de tecnología se enfrentan a retos técnicos aún no resueltos para combinar múltiples clases en un mismo dispositivo, esto es, en la parte baja de 700 MHz, Clase 12 + Clase 17; y en la parte alta de 700 MHz, Clase 13 + Clase 14.

En virtud de lo anterior, existe la posibilidad de que se generen interferencias graves al desarrollar terminales para operar en todas las clases de bandas de 700 MHz, por la escasa banda de guarda entre los bloques de frecuencias individuales, tanto de la parte inferior como en la parte superior de la banda de 700 MHz. Lo anterior independientemente de que también se vería afectado el diseño y funcionalidad de los equipos de usuario al incrementar la complejidad electrónica de agregar más bandas operativas al mismo. Esto en lo relativo a factor de forma, peso, consumo de energía y duración de la batería, principalmente.

Ahora bien, desde el punto de vista del manejo de interferencias en la banda, se tiene que los dispositivos de usuario operando en los bloques B o C usando filtros para la banda clase 12 sufrirán de interferencias perjudiciales provenientes de señales del bloque E y del canal 51 de TV.

Sin filtros para la Clase 17, las operaciones de alta potencia en el canal 56 podrían provocar tanto bloqueo por interferencia como interferencia por intermodulación en los dispositivos móviles utilizados por usuarios de los bloques B y C. Como resultado de ello, estos usuarios pueden experimentar degradación o pérdida de la cobertura en las numerosas ubicaciones de todo el país en aquellos mercados de EUA donde los licenciatarios del bloque E tengan operaciones de alta potencia.

En conclusión, lo anterior se traduce en la imposibilidad del desarrollo de dispositivos y equipos de red interoperables, por lo que los licenciatarios en el bloque A, están seriamente obstaculizados para planear, financiar, y adquirir equipo e infraestructura para desplegar servicios.

En el sentido opuesto, se observa que los operadores dominantes que ofrecen servicios en la Clase 13 y la Clase 17, cuentan con un ecosistema de elementos de red y de terminales de usuario que los coloca en gran ventaja respecto a sus competidores que cuentan con espectro en el bloque A. (Ver Anexo 4)



DECIMOQUINTO. Análisis del esquema de segmentación A5.

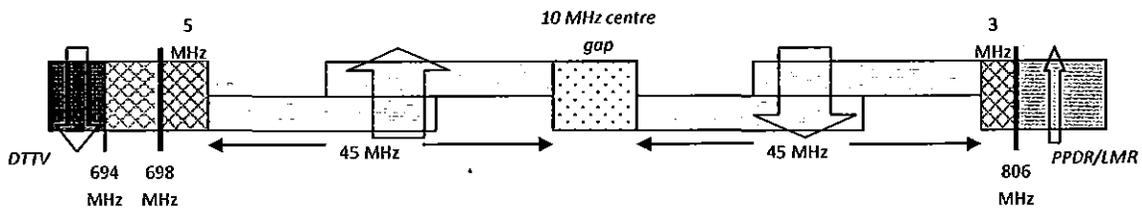
Este esquema de disposición de frecuencias, es consistente con el diseño de la banda para tecnologías FDD adoptado por los países de la Telecomunidad Asia-Pacífico (APT por sus siglas en inglés).

El trabajo de la Región Asia – Pacífico para el desarrollo de arreglos de frecuencias para la banda 698-806 MHz iniciaron en marzo de 2008, poco después de la CMR-07. Durante la octava reunión del APT Wireless Forum (AWF-8), con sede en Tokio, Japón, celebrada del 29 de marzo al 1 de abril de 2010, se alcanzó un consenso en relación a la estructura básica de un arreglo de frecuencias para la banda 698-806 MHz para tecnología FDD.

Subsecuentemente, durante la novena reunión del APT Wireless Forum (AWF-9), con sede en Seúl Corea, celebrada del 13 al 16 de septiembre de 2010, se alcanzaron consensos sobre dos arreglos de frecuencias para sistemas IMT en la banda 698-806 MHz, tanto en FDD como en TDD.

Los arreglos de frecuencias han sido concebidos a fin de permitir el más efectivo y eficiente uso del espectro que soporte sistemas IMT, mientras que se minimiza el impacto en otros sistemas o servicios en estas bandas y las bandas adyacentes.

Arreglo armonizado en la banda 698-806 MHz para FDD



En lo relativo a la implementación técnica del plan de canalización mostrado en la gráfica anterior y tomando en cuenta los desarrollos tecnológicos actuales y previstos, se observa lo siguiente:

- Conforme al plan de canalización de 45+45 MHz para FDD, se espera que sean requeridos dos duplexores superpuestos para incrementar la separación entre los bloques de subida y de bajada, incrementando la eficiencia en el uso del espectro, y facilitando la electrónica de los dispositivos al minimizar la probabilidad de interferencia entre el último canal del bloque de subida y el primer canal de bajada en caso de que fueran utilizados los bloques contiguos.
- Debe notarse que la implementación de un duplexor dual es sólo una opción (aunque la más probable en un futuro próximo) y que son posibles otras implementaciones de filtros que cumplan los requerimientos mínimos de



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

desempeño definidos por las especificaciones del 3GPP y faciliten el *roaming* ininterrumpido en diferentes países.

- A fin de facilitar el *roaming* sin interrupciones, es apropiado asignar un solo número de Clase 3GPP para toda la banda. Los dos duplexores necesariamente se superponen, ya que sólo un filtro puede ser utilizado a la vez, y el canal operativo completo debe ser acomodado dentro de este filtro. Un diseño óptimo sería aplicar el mismo ancho de banda para ambos duplexores. Por tanto, se requiere el mayor ancho de banda en el caso cuando el canal LTE más amplio posible se coloca en medio de la banda.

Por otra parte, el APT Wireless Forum consideró que la motivación hacia la realización de un dividendo digital armonizado, puede resultar en beneficios tales como:

- Los operadores móviles y los fabricantes pueden enfrentar más eficientemente un gran mercado, a través del desarrollo de economías de escala para la fabricación de equipos (terminales móviles). La ausencia de armonización (dentro de la región o con otras regiones), conduce a costos prohibitivos de terminales de usuario que podrían resultar en una reducción significativa de la adopción de cualquier servicio móvil, debido a un mercado fragmentado.
- Las características de propagación del espectro por debajo de 1 GHz hacen que la banda de 700 MHz sea muy apropiada para proporcionar amplia cobertura. Este espectro también es muy adecuado para dar cobertura en el interior de edificios, como por ejemplo en áreas urbanas.
- El plan de banda acordado por el APT Wireless Forum ofrece la mejor oportunidad para entregar los beneficios de la armonización regional.
- Este plan proporciona el mayor ancho de banda de espectro utilizable.
- También ofrece la mejor oportunidad para entregar los beneficios de la banda ancha móvil a las poblaciones rurales en la Región.
- Estudios han mostrado que la fragmentación de espectro puede incrementar significativamente el costo de propiedad para los consumidores, y que los mercados en desarrollo son particularmente sensibles a tales costos.
- La escala del mercado de Asia Pacífico, con cerca de dos tercios de la población mundial, significa que si Asia Pacífico se establece en el plan de banda "primario", podría convertirse en una banda UHF "de facto" para la banda ancha móvil / LTE en otras partes del mundo.

(Ver Anexo 3)



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

DECIMOSEXTO. Posición de diversos países de la subregión latinoamericana.

Diversos países latinoamericanos han expresado públicamente su preferencia o adopción de la opción A5 para la segmentación de la banda 698-806 MHz. A continuación se hace referencia a dichos países, así como al mecanismo o instrumento mediante el cual dicha posición ha sido manifestada.

Argentina.

La posición pública de este país quedó de manifiesto en la propuesta presentada en la XVIII reunión del CCP.II de la CITELE celebrada en noviembre de 2011. Mediante dicha propuesta, la delegación argentina planteó la actualización de las canalizaciones consideradas para la banda de 700 MHz en la región americana, de tal forma que se emitiera una Recomendación que incluyera la segmentación A5, en sustitución de la Recomendación CCP.II/REC. 18 (VII-06), hasta entonces vigente, misma que sólo contemplaba la segmentación estadounidense.

Con base en la propuesta argentina, el CCP.II de la CITELE adoptó la Recomendación CCP.II/REC. 30 (XVIII-11).

Colombia.

A través del portal de difusión del Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones, el 30 de mayo de 2012 se emitió un comunicado conjunto entre dicho Ministerio y la Agencia Nacional del Espectro, mediante el cual se indica que a finales del presente año iniciará el proceso de otorgamiento del espectro ubicado en la banda de 700 MHz y se anuncia que en dicho país se adoptará el estándar de canalización propuesto por la *Asia-Pacific Telecommunity* (APT).

Chile.

En el Informe Sectorial emitido por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, se indica que se llevará a cabo un nuevo concurso de espectro en la banda de 700 MHz, bajo el modelo de canalización de Asia-Pacífico, que garantiza mayores economías de escala para el acceso a dispositivos y terminales.

Lo anterior también formó parte del discurso inaugural para el Día Mundial de las Telecomunicaciones del Ministro Transportes y Telecomunicaciones de ese país, Pedro Pablo Errazúriz.

Costa Rica.

Mediante oficio 1232-SUTEL-2012 de fecha 29 de marzo de 2012 de la Superintendencia de Telecomunicaciones de ese país, el Consejo de dicha entidad emite el estudio técnico sobre la canalización óptima de la banda de 700 MHz para servicios IMT y recomienda al Ministerio del Ambiente Energía y Telecomunicaciones, se adopte el uso de la banda de 700 MHz bajo la canalización propuesta por APT en el esquema FDD, con el fin de que dicha banda sea reservada para usos IMT. (Ver Anexo 3)



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

DECIMOSÉPTIMO. Posición de la industria mexicana.

1. Asociación Nacional de Telecomunicaciones. La Asociación Nacional de Telecomunicaciones (en lo sucesivo "ANATEL") está conformada por las principales unidades económicas del Sector de Telecomunicaciones en México entre las que se incluyen empresas concesionarias de servicios de telecomunicaciones, fabricantes de equipos, distribuidores, integradores, consultores, organismos de certificación, laboratorios de pruebas y otras unidades que forman toda una cadena productiva; cuenta con 56 miembros asociados, que representan el 90% de la industria formalmente establecida en el país.

El 2 de marzo de 2012 la ANATEL emitió un comunicado mediante el cual reconoce la importancia de la banda de frecuencias de 700MHz (698-806MHz) como un instrumento para el desarrollo de la banda ancha móvil y sugiere al Gobierno de México adoptar la opción A5 de la Recomendación M.1036-4 de la UIT-R.

Asimismo, la ANATEL solicita que la banda de 700MHz se destine al aprovechamiento en redes de telecomunicaciones móviles de banda ancha, contribuyendo con esto a satisfacer las necesidades crecientes de la población en materia de comunicaciones.

2. Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información. La Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (en lo sucesivo "CANIETI") se integra por una serie de fabricantes de tecnologías de la información y las comunicaciones, así como de operadores de servicios públicos de telecomunicaciones. El 7 de marzo de 2012 emitió un comunicado en el cual sugiere al gobierno de México adoptar, la opción A5 de la Recomendación M.1036-4 de la UIT-R para la banda de frecuencias de 700MHz (698-806MHz) como un instrumento para el desarrollo de la banda ancha móvil, con dos bloques de 45MHz.

Por otra parte, la CANIETI menciona una serie de beneficios considerables entre los que destacan las economías de escala que facilitarían el desarrollo de infraestructura para los operadores y la adquisición de terminales con menores costos para los usuarios. (Ver Anexo 2)

3. Consulta pública sobre el documento "El espectro Radioeléctrico en México. Estudio y Acciones". Entre el 29 de mayo y el 9 de julio de 2012 la Comisión sometió a consulta pública el documento "El Espectro Radioeléctrico en México. Estudio y Acciones", a efecto de recibir retroalimentación de la industria, especialistas en la materia y público en general, para fortalecer con sus opiniones y comentarios el contenido del referido documento.



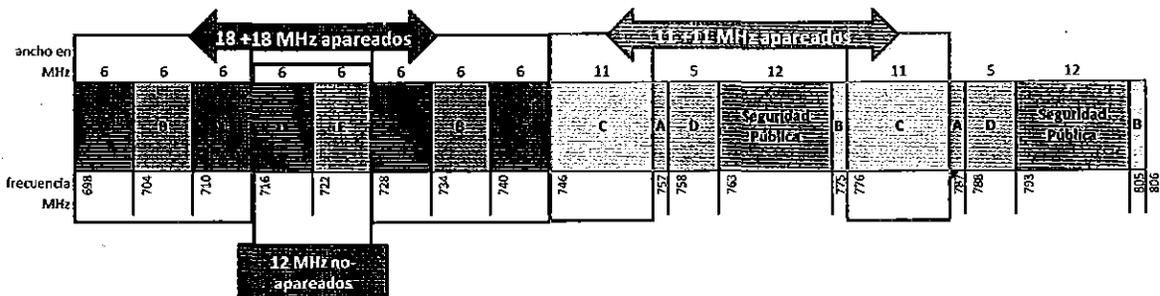
En la sección 13 del documento puesto a consulta: "Optimización del Espectro de Uso Determinado en VHF, UHF y SHF" existe una sección dedicada a la banda 698-806 MHz, para la cual se sometieron a consulta pública diversos aspectos tales como: La evaluación del estado de la banda, viabilidad de los mecanismos regulatorios aplicables así como el plazo propuesto para la aplicación de los mismos.

Entre los participantes de la consulta que dieron respuesta a esta sección, se apreció una tendencia importante manifestándose a favor de la adopción del esquema de segmentación A5 para la banda 698-806 MHz en México, bajo los siguientes argumentos aportados por los propios participantes en la consulta:

- Por ser el plan más apropiado y eficiente.
- Es el plan adecuado para optimizar la división del espectro para la banda ancha.
- La disposición A5 es favorecida por la gran parte de los operadores e industria en México.
- Entre el plan americano y APT, ha sido éste último la opción en países de Asia Pacífico y el adoptado en la mayoría de los países de Latino América.
- Es una banda de uso altamente recomendable, por lo que se solicita licitarla a corto plazo, así como confirmar la canalización APT.

DECIMOCTAVO. Consideraciones para la adopción de la segmentación para la banda de 698-806 MHz en México.

Respecto al esquema de frecuencias A4 adoptado por los EUA y Canadá, se observa que la banda se encuentra dividida en dos categorías: la banda baja de 698 a 746 MHz (48 MHz) y para la banda alta de 746 a 806 MHz (60 MHz). En el plan de canalización de EUA y Canadá, pueden ser explotados comercialmente tres bloques: un bloque apareado de 18x2 MHz (bloques A-B-C), un bloque no apareado de 12 MHz (bloques D-E), ambos en la parte baja; y un bloque apareado de 11x2 MHz en FDD (bloque C) en la parte alta.



El bloque A (698-704 MHz) comienza inmediatamente después del canal 51 de televisión, lo que da lugar a un riesgo de interferencia entre la televisión y los servicios de telecomunicaciones, lo que puede reducir en gran medida la eficiencia espectral de los



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

usuarios de ambos canales. Este riesgo genera grandes obstáculos operativos en esta porción de espectro (canal 52) y de su porción apareada correspondiente al canal 57 (728-734 MHz).

La parte restante de 12x2 MHz (bloques B-C), se encuentra fuera del rango de interferencia misma que fue asignada a uno de los principales operadores móviles en EUA.

El segmento de 11x2 MHz (bloque C) ha sido asignada a otro de los grandes operadores móviles en EUA. Se hace notar que existe un alto riesgo de interferencia entre este bloque y el bloque de seguridad pública, dado que la banda de guarda entre estos bloques es de tan sólo 1 MHz, limitando las posibilidades de explotación de espectro para ambos segmentos.

Por último, la explotación del segmento no apareado de 12 MHz (D-E) se limitaría a aplicaciones con tecnologías TDD, o en su caso, como bloques no apareados para descarga suplementaria. No obstante, al ser adyacente a los canales de uso FDD (bloques A-B-C), existe un alto riesgo de interferencia, en particular en la parte baja de la banda con el bloque D y en la parte alta con el bloque E. Debido a esto se estima que el interés que estos canales pueda generar será inferior al de los otros canales.

En virtud de lo anterior y tomando en consideración lo descrito en el considerando DÉCIMOCUARTO, es claro que existen serios riesgos de interferencia entre los diferentes bloques en el esquema norteamericano para la banda de 700 MHz. Esto, aunado a los pobres desarrollos tecnológicos para la parte baja de esta banda, y a la carencia de soluciones tecnológicas y regulatorias que permitan alcanzar la interoperabilidad entre sistemas, pone en duda la viabilidad de implementación de este esquema de segmentación.

Si bien existen ya sistemas desarrollados en los EUA para ciertas partes de la banda y que tal hecho podría facilitar el despliegue de redes, se observa que este esquema de canalización no hace el uso más eficiente del espectro si se compara con el esquema de canalización A5.

En lo relativo al esquema de segmentación A5, el cual cuenta con dos bloques de 45 MHz cada uno para el despliegue de redes con tecnología FDD, se observa que mediante el uso de tecnologías modernas que utilizan técnicas como el Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencias (OFDMA por sus siglas en inglés), así como con técnicas de antenas de Entradas y Salidas Múltiples (MIMO por sus siglas en inglés) permiten que en un determinado ancho de banda sea posible incrementar la eficiencia de uso del espectro, al permitir una mayor cantidad de bits por segundo por cada Hertz de ancho de banda.

[Handwritten signatures and initials]



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

Esto es especialmente notable cuando se asignan canales amplios de espectro del orden de 10 MHz o más, debido a que al contar con un gran ancho de banda se añaden mejoras inherentes a la tecnología, tales como la simplificación de la arquitectura de la red y mejoras en la señalización. Asimismo, se logra que la latencia en los servicios sea mínima, además de que se incrementa sensiblemente la tasa de transferencia de bits de bajada hacia el usuario. Todo lo anterior se traduce en una experiencia de uso más enriquecida, reduciendo los problemas de congestión de las redes y caídas en el servicio.

Por otra parte, se hace mención que los posibles problemas de interferencia con los servicios de TV adyacentes a la banda se ven mitigados gracias a la consideración de dos bandas de guarda: una de 5 MHz para la parte inferior de la banda y otra de 3 MHz para la parte superior de la banda, las cuales permiten que se aprovechen en su totalidad los 45+45 MHz de espectro para servicios de banda ancha móvil sin riesgo de interferencias con los servicios adyacentes de televisión y radiocomunicaciones.

Del mismo modo, la asignación de portadoras de frecuencia de 15 MHz o superiores, no sería posible bajo el esquema de segmentación A4, con lo que se limitaría el potencial de eficiencia espectral que es posible con portadoras amplias, tal como se describió anteriormente.

Asimismo, es importante destacar que el plan de segmentación A5 es el mismo plan de segmentación que ha adoptado la Región Asia-Pacífico, por lo que se anticipa el desarrollo de enormes economías de escala mediante las cuales los usuarios y operadores se verán beneficiados con el acceso a equipos terminales y de red de bajo costo, con los correspondientes beneficios esperados.

Como se señaló anteriormente la industria nacional del sector, agrupada por la ANATEL y la CANIETI, se ha pronunciado por que se adopte en nuestro país la segmentación de la Telecomunidad Asia-Pacífico.

Finalmente, se prevé que en futuras versiones de las tecnologías de banda ancha móvil, sea necesario contar con portadoras de hasta 100 MHz de espectro contiguo para cubrir los requerimientos de velocidades de transferencia de datos de establecidos por la UIT para los sistemas posteriores a los IMT-2000. En este sentido, es claro anticipar que se requerirá en el futuro de amplios segmentos de espectro para cubrir los requerimientos de las nuevas tecnologías.

En conclusión y tomando como base todo lo anteriormente expuesto, se considera indispensable que, como parte de las funciones de planeación del espectro radioeléctrico que desempeña la Comisión, se establezca la disposición de frecuencias más adecuada para su implementación en la banda 698-806 MHz. (Ver Anexos 1, 3 y 4)



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

DECIMONOVENO. Impacto Económico en la Determinación de la Segmentación para la Banda 700 MHz.

A efecto de cuantificar el impacto que tendría la decisión que se tome respecto de las alternativas para la segmentación de la banda 698-806 MHz, la Comisión llevó a cabo diversos estudios en los que se analizaron diversos escenarios para el desarrollo de redes de radiocomunicaciones, en los supuestos de que se optara por la segmentación A4, así como por la segmentación A5.

No obstante que dicho análisis se enfoca principalmente al estudio del despliegue de redes comerciales de banda ancha móvil en ambas segmentaciones, se contempla también el escenario de implementación de una red para seguridad pública, con el espectro dedicado establecido en la segmentación A4.

En el escenario de despliegue de una red comercial de banda ancha móvil, el estudio mostró que la adopción del plan americano implicaría un tiempo de despliegue de red y una inversión inicial mayor en comparación al plan APT.

A efecto de delimitar el estudio, en los parámetros demográficos se tomó en consideración el área del Distrito Federal, la densidad poblacional y la población flotante (aquella que vive en otras entidades pero que desarrolla diversos tipos de labores en el Distrito Federal). Se tomó como caso de estudio la ciudad de México debido a sus altos índices de penetración móvil, ya que se contempla que en un futuro las demás regiones y ciudades del país tendrán necesidades similares en términos de conectividad, tomando en cuenta además que aproximadamente el 70% de la población de México radica en zonas urbanas y la importancia que el Distrito Federal representa para los operadores de servicios móviles, ya que alrededor del 50% de los ingresos de éstos, provienen del D.F. y su zona conurbada.

En los parámetros técnicos, se consideró que el 20% de los usuarios de una celda están conectados simultáneamente a la red móvil y que cada usuario demanda una capacidad de 0.8 Megabits por segundo. Además se realizó un caso de negocio de los operadores, en el que se tomaron en cuenta diversos escenarios de compartición de infraestructura: total, parcial o nula.

Los estudios encontraron que el tiempo de despliegue empleando la segmentación de EUA sería por lo menos 1.5 veces mayor (por operador), con respecto al que tomaría empleando el plan APT. Además, los operadores incurrirían en una inversión inicial que sería por lo menos 5.6 veces mayor si se opta por el plan estadounidense, esto último en virtud de que los operadores necesitarían colocar 4.5 veces más radiobases por cada operador, por lo que desde un punto de vista económico, de inversión y de tiempo, resulta más conveniente para México adoptar el plan APT sobre el plan estadounidense. (Ver Anexos 1 y 5)



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

VIGÉSIMO. Trabajos bilaterales México - Estados Unidos para analizar alternativas de uso de la banda de 700 MHz en la zona fronteriza.

La Comisión Consultiva de Alto Nivel México – Estados Unidos en Materia de Telecomunicaciones (CCAN-T) fue creada en septiembre de 1990 por las autoridades de telecomunicaciones de ambos gobiernos, con la finalidad principal de tratar temas relacionados con el uso del espectro radioeléctrico en la zona fronteriza, coordinación satelital, temas de radiodifusión así como otros asuntos relacionados con las telecomunicaciones y que son del interés de ambas naciones. En la CCAN-T se establece la coordinación en la labor de las autoridades de ambos países para el correcto funcionamiento de las telecomunicaciones a ambos lados de la frontera común, con el fin de mejorar los servicios a los usuarios de ambas naciones y evitar interferencias para los operadores.

La CCAN-T está encabezada por funcionarios de alto nivel en materia de telecomunicaciones de ambas administraciones. Por parte de México la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Comisión Federal de Telecomunicaciones; y por parte de Estados Unidos de América la Coordinación de EUA para la Política Internacional de Telecomunicaciones e Información para México del Departamento de Estado, la *National Telecommunications and Information Administration* (NTIA) y la *Federal Communications Commission* (FCC).

En la XII reunión de altas autoridades de la CCAN-T celebrada en Washington DC, E.U.A., el pasado 8 de junio de 2012, como parte de la "Declaración Conjunta" de ambos países se hizo mención a los trabajos bilaterales sobre el uso de la banda 698-806 MHz en la zona de la frontera común conforme a lo siguiente:

"Las delegaciones reconocen la importancia de resolver los asuntos relacionados con el uso del espectro en la banda de 700 MHz en el área de la frontera común, a fin de permitir el uso productivo del espectro por parte de ambos países asegurando a la vez la compatibilidad de las operaciones y la minimización del potencial de interferencia. Las delegaciones alientan a continuar con las discusiones respecto del acuerdo interino no vinculante para permitir el uso de la banda en ambos lados de la frontera común.

Las delegaciones reconocen, además, la importancia de un intercambio continuo de información y la discusión de alternativas y opciones para la implementación a largo plazo de servicios de banda ancha a lo largo de la frontera en esta banda, y para este propósito examinarán, en el marco del Grupo de Tarea Bilateral sobre Planificación de los Servicios de Comunicaciones, las implicaciones en la frontera de la posible operación simultánea de dos planes diferentes: un nuevo plan de segmentación de México para la banda de 700 MHz y el plan de atribución actual para la banda de 700 MHz de los Estados Unidos."

En la misma reunión, se acordó el Directorio de Asuntos Bilaterales de la CCAN-T para el periodo 2012-2014, en el cual se encuentra el tema de la banda de 700 MHz, entre otros:



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

"RADIOCOMUNICACIONES

...

Continuar las negociaciones relativas a la banda de 700 MHz y revisar el Protocolo de Noviembre de 2006 con el propósito de enmendarlo para alojar en las sub-bandas de 763 – 775 MHz y 793 – 805 MHz (cerca de los Canales de TV 63 – 64 y 68 – 69) en los Estados Unidos el uso de seguridad pública y las aplicaciones de banda ancha, así como para incluir los mecanismos de compartición de la banda de 700 MHz considerando la posibilidad de implementar diferentes esquemas de segmentación en cada lado de la frontera."

A efecto de lograr los acuerdos necesarios, en la reunión citada, se estableció una agenda de trabajo bilateral con el objeto de analizar las opciones siguientes:

- 1) Adopción de Estados Unidos del esquema de segmentación A5;
- 2) Adopción de México del esquema de segmentación A4; y que
- 3) Estados Unidos mantenga el esquema A4 y México adopte el esquema A5.

El 22 de junio de 2012, se llevó a cabo una reunión entre México y Estados Unidos para discutir los puntos de la agenda de trabajo antes descritos, dentro de la cuál se superó la posibilidad de que México adopte el esquema de segmentación A4, en atención a las consideraciones técnicas, económicas y regulatorias sustentadas por la Delegación Mexicana en dicha reunión y que son vertidas en el presente Acuerdo.

Con base en lo anterior, quedó formalizado el compromiso de ambos países para entablar el diálogo y analizar las alternativas técnicas que permitan el uso libre de interferencias de la banda de 700 MHz a ambos lados de la frontera común, cuyas conclusiones se verán reflejadas en los instrumentos bilaterales que para tal efecto suscriban en el futuro las autoridades de ambos países. (Ver Anexo 6)

VIGÉSIMO PRIMERO. Necesidad de Pronunciamiento por parte de la Comisión.

Las consideraciones anteriores han sido analizadas y estudiadas por esta Comisión a efecto de recomendar la adopción de medidas que permitan lograr una eficiente planeación para el uso, aprovechamiento y explotación de la banda 698-806 MHz. De igual manera se contemplan los ciclos de tiempo necesarios para la investigación, desarrollo y fabricación de *chipsets* que integren el plan de segmentación A5 (APT), así como el tiempo requerido para el diseño y desarrollo de los dispositivos de usuario respectivos y la disponibilidad de equipos de red, que en su conjunto habilitarán la disponibilidad tecnológica para el esquema de segmentación bajo estudio.

Destaca la posición en el contexto latinoamericano, toda vez que México es uno de los principales mercados de telecomunicaciones de la región, ocupando una posición destacada en términos de número de suscripciones móviles y población cubierta por servicios móviles, dado que tan sólo Brasil y México representan más de la mitad del número total de conexiones en la región, y las redes móviles en México cubren al 93% de



COMISION FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

la población² lo que se traduce en un mercado importante a considerar en la planificación de las inversiones que los operadores de la región harán en los próximos años para el desarrollo de servicios de banda ancha móvil.

Lo anterior implica que México, como una de las economías más importantes en la región latinoamericana, juega un papel determinante para contribuir a la armonización del uso del espectro en la región. Por ende, la recomendación de la Comisión sobre el esquema de segmentación a adoptar también influye en el tiempo necesario para el desarrollo del ambiente técnico y económico, al otorgar certidumbre a los desarrolladores que invertirán para hacer disponible la tecnología a los operadores y usuarios en un menor tiempo y a que los eventuales operadores cuenten con el tiempo suficiente para contar con el capital requerido para su desarrollo e implementación.

Se prevé que la armonización en Latinoamérica sobre la utilización de la banda 698-806 MHz para servicios de banda ancha, contribuirá como un elemento importante a la armonización global de la banda, tomando en cuenta el alto dinamismo del sector en la región, traduciéndose en una contribución importante para propiciar el desarrollo de economías de escala de alcance mundial en el ecosistema de redes y dispositivos que hagan utilización de la banda 698-806 MHz.

Cuanto más pronto se contribuya para alcanzar la armonización regional, mayor será la oportunidad de contar en tiempos razonables con la disponibilidad tecnológica a precios altamente competitivos para el sector, con la consecuente disponibilidad a costos accesibles para las terminales de los usuarios.

Asimismo, se considera que esta recomendación será un elemento a partir del cual se podrán establecer de manera anticipada los trabajos en materia de uso y compartición de la banda en la frontera norte con los EUA, a fin de negociar oportunamente los instrumentos bilaterales orientados a diseñar las condiciones técnicas de operación y coordinación para la banda 698-806 MHz que deberán observar ambos países en sus zonas fronterizas, con el propósito de asegurar las operaciones en ambos países libres de interferencias perjudiciales.

Cabe reiterar lo señalado en el Considerando QUINTO del presente Acuerdo en el sentido que el artículo 44 numeral 2 de la Constitución de la UIT, exhorta a los países miembros de dicha organización a que la explotación de recursos espectrales para servicios de radiocomunicaciones deben *utilizarse de forma racional, eficaz y económica...teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo y la situación geográfica de determinados países.*

² GSM Association.- Observatorio Móvil de América Latina 2011



Por otro lado, en referencia al empleo de nuevas tecnologías, la misma Constitución de la UIT en el numeral 1 de su artículo 44 establece lo que a la letra dice:

"Los Estados Miembros procurarán limitar las frecuencias y el espectro utilizado al mínimo indispensable para obtener el funcionamiento satisfactorio de los servicios necesarios. A tal fin, se esforzarán por aplicar, con la mayor brevedad, los últimos adelantos de la técnica." (Lo resaltado es propio)

Con esta recomendación, México estaría contribuyendo al cumplimiento de los fines establecidos en el artículo 44 antes mencionado.

Cabe señalar, además, que el 2 de septiembre de 2010 fue publicado en el DOF el "DECRETO por el que se establecen las acciones que deberán llevarse a cabo por la Administración Pública Federal para concretar la transición a la Televisión Digital Terrestre" (en lo sucesivo "el Decreto"); emitido por el Presidente de la República. El Decreto prevé en su objeto establecer las bases que permitan continuar con el proceso de transición de las transmisiones de televisión analógica a la digital a partir del año 2011, con el ánimo de que el proceso de transición culmine a más tardar el 31 de diciembre de 2015, y de esta forma optimizar el aprovechamiento del espectro radioeléctrico en beneficio de la población.

Por otra parte, ésta recomendación abona al cumplimiento de lo contemplado en el artículo segundo, toda vez que en el Decreto, se indica que corresponderá a la Comisión, en ejercicio de sus atribuciones, el conducir los procesos de licitación para el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico disponible en la banda de 698-806 MHz para la prestación de otros servicios de telecomunicaciones, independientemente de la liberación de dicha banda.

En lo tocante al crecimiento del tráfico de banda ancha móvil, las tecnologías de transmisión de datos en las comunicaciones móviles han experimentado una evolución notable en la última década, estas tecnologías han pasado de sistemas de segunda generación, como GPRS, que conectaba a velocidades máximas de 100 kbps, hacia plataformas de tercera generación, como HSDPA+, que conecta hasta velocidades de 10 Mbps. La mejora tecnológica ofrece una experiencia de red más satisfactoria para el usuario, pero también pone en alerta a la industria que prevé que requerirá de más espectro para atender esas necesidades.

Un elemento de la mayor importancia en el crecimiento actual y esperado del tráfico móvil de banda ancha radica en la gran diversidad de dispositivos existentes en el mercado. El crecimiento exponencial de dispositivos conectados a Internet móvil, como *tablets* y *smartphones*, así como el consumo de aplicaciones y servicios de vídeo mediante estos dispositivos, originará que el tráfico mundial de datos móviles se incremente 26 veces entre 2010 y 2015, lo que representa una tasa de crecimiento interanual del 92% en el periodo



COMISIÓN FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

Para 2015, se espera que haya casi un dispositivo móvil con conexión a Internet por cada habitante del mundo, que comparando estimaciones serían 7.2 millones de personas según las Naciones Unidas frente a más de 7.1 millones de conexiones móviles de terminales de mano, otros dispositivos y nodos entre máquinas, excluyendo las conexiones Wi-Fi.

Derivado de lo anterior, es imperativo buscar la asignación de la mayor cantidad de espectro ya identificado como IMT, como es el caso de la banda de 700 MHz, para el complemento o despliegue de nuevas redes dedicadas a la prestación de servicios de banda ancha móvil.

En tal virtud, la Comisión recomienda la adopción del esquema denominado A5, tal y como se encuentra definido en la Recomendación UIT-R M.1036 del UIT-R, a fin de brindar certeza a la industria, a los posibles inversionistas y al público en general, acerca del futuro uso de la banda; y de esta manera propiciar un uso eficiente del espectro en ejercicio de la atribución referida en la fracción VIII del artículo 9-A de la LFT, con mejores condiciones técnicas y perspectivas que permitirían aprovechar las economías de escala gracias a la armonización regional de la banda y condiciones flexibles para la asignación de bloques, lo que en su conjunto se estima que maximizará los beneficios económicos y sociales al país por el uso de la banda 698-806 MHz para aplicaciones de banda ancha inalámbrica. (Ver Anexo 2)

De conformidad en lo expuesto y con fundamento en los artículos 17 y 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1 y 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 9-A fracción VIII de la LFT; 9 fracción XVI, 23 apartado B fracción XVII del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones; 102 del Reglamento de Telecomunicaciones; el Pleno de la Comisión toma el siguiente:

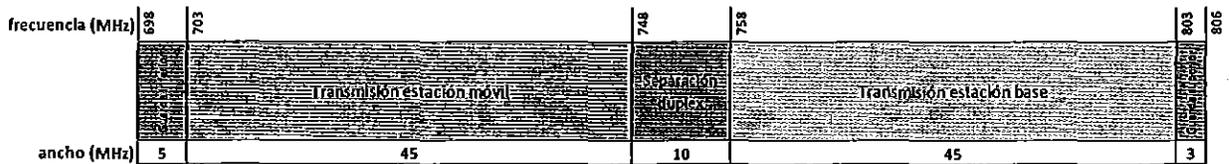
ACUERDO

PRIMERO. Esta Comisión recomienda adoptar la segmentación A5 incluida en la Recomendación UIT-R M.1036, para la banda de frecuencias de 698 MHz a 806 MHz para aplicaciones de banda ancha inalámbrica, en los actos futuros que sean llevados a cabo por la Comisión Federal de Telecomunicaciones y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el futuro uso, aprovechamiento y explotación de dicha banda, de conformidad con el siguiente esquema:



COMISION FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

- 698 MHz a 703 MHz: Segmento de guarda inferior.
- 703 MHz a 748 MHz: Segmento de transmisión estación móvil.
- 748 MHz a 758 MHz: Segmento de separación dúplex entre los segmentos de transmisión móvil y transmisión base.
- 758 MHz a 803 MHz: Segmento de transmisión estación base.
- 803 MHz a 806 MHz: Segmento de guarda superior.



SEGUNDO. Infórmese al titular de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el contenido del presente Acuerdo.

TERCERO. Publíquese y divúlguese a través del sitio oficial de Internet de esta Comisión la Recomendación contenida en el presente Acuerdo, así como los anexos que lo sustentan.

[Signature]
MONY DE SWAAN ADDATI
 Presidente

[Signature]
JOSÉ LUIS PERALTA HIGUERA
 Comisionado

[Signature]
ALEXIS MILO CARAZA
 Comisionado

[Signature]
GONZALO MARTÍNEZ POUS
 Comisionado

[Signature]
JOSÉ ERNESTO GIL ELORDUY
 Comisionado

El presente acuerdo fue aprobado por el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones en su XXVII Sesión Ordinaria del 2012 celebrada el 19 de septiembre de 2012, por unanimidad de votos de los comisionados presentes; con fundamento en el artículo 9-B de la Ley Federal de Telecomunicaciones y en el artículo 11 del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, mediante acuerdo P/190912/S02.

4

México, D.F., a 12 de septiembre de 2012

ANEXO 1

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

VIABILIDAD PARA EL DESPLIEGUE DE REDES COMERCIALES EN MÉXICO CONFORME A LOS ESQUEMAS DE SEGMENTACIÓN A4 Y A5 PARA LA BANDA 698-806 MHz.

Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

DICTAMEN

Para el despliegue de redes LTE en el Distrito Federal, como caso de estudio, la inversión inicial para cubrir a todos los usuarios potenciales en el esquema de segmentación A4 (plan EUA) será cuando menos 3.7 veces mayor que en el esquema A5 (plan APT). Asimismo, bajo el esquema de segmentación A4 el despliegue de la red requerirá 3 veces más radiobases que en segmentación A5.

- La inversión necesaria para el despliegue de las redes LTE en el esquema de segmentación A4 sería de 1586 millones de USD en el Distrito Federal, mientras que con el plan A5 esta inversión sería de 424 millones de USD.
- El elevado costo social de adoptar el esquema de segmentación A4 tendría un impacto directo en la economía de los ciudadanos mexicanos de menos recursos. Asimismo, el efecto repercutirá negativamente en el desarrollo de servicios como la teleeducación, la telesalud y el gobierno electrónico, especialmente en las zonas marginadas.



Luis Felipe Lucatero Govea
Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación



Contenido del estudio

I.	Condiciones y supuestos	3
II.	Caso de negocios para los esquemas de segmentación A4 y A5	9
III.	Análisis comparativo	14
	Referencias	17

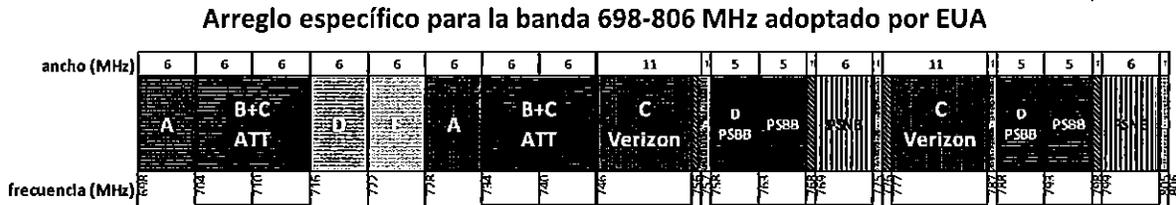
4



I. Condiciones y supuestos

Este estudio muestra la diferencia entre los planes de segmentación A4 y A5 para la banda de 698-806 MHz (Banda 700 MHz), en términos del despliegue hipotético de una red comercial para operadores que tengan concesiones en la citada banda de frecuencias. Los planes de segmentación A4 y A5 difieren en sus características técnicas; por lo cual el despliegue de una red LTE bajo estos dos modelos implica diferencias significativas en lo que se refiere a requerimientos de capital y tiempo.

En la gráfica siguiente se muestra de manera detallada el esquema de segmentación adoptado por los EUA, en el cual se observa su equivalencia con el esquema A4 especificado en la Recomendación UIT-R M.1036 para aplicaciones IMT, conforme a lo siguiente:

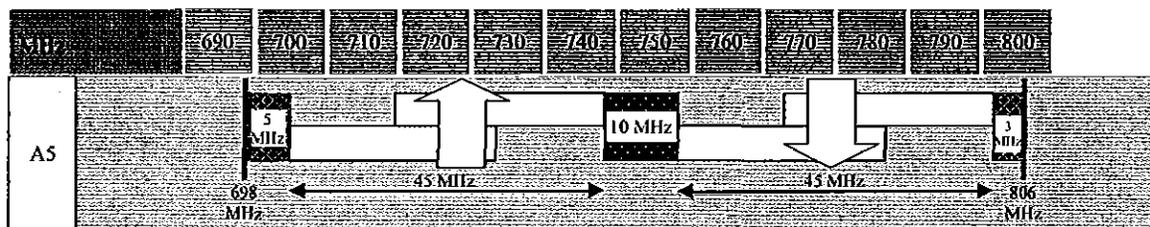


El esquema de segmentación A5 para la banda 698-806 MHz de acuerdo con la Recomendación UIT-R M.1036 (3/2012) "Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identifies for IMT in the Radio Regulations (RR)" (Rec. UIT-R M.1036) y "Opción 2" de acuerdo con 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" (Rec. CCP.II/REC. 30 (XVIII-11)), contempla un arreglo de frecuencias que favorece el desarrollo e implementación de sistemas de telecomunicaciones con tecnología FDD (*Frequency Division Duplex*), con dos bloques de espectro contiguo de 45 MHz apareados que atienden la estructura convencional para el desarrollo de sistemas móviles terrestres, donde los segmentos de frecuencias bajas es utilizado para la transmisión desde las estaciones móviles hacia las estaciones base (uplink o enlace de subida), en tanto que las frecuencias del bloque superior son utilizadas para la transmisión desde las estaciones base hacia las estaciones móviles (downlink o enlace de bajada).

✗

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Esquema de segmentación A5 según la Recomendación UIT-R M.1036



Para establecer la validación de la hipótesis de las ventajas que ofrece la segmentación A5, se realizaron diversos cálculos para determinar con la mayor precisión posible cual es el costo y en cuanto tiempo se podría desplegar una red. Se eligió el caso de despliegue de redes para el Distrito Federal dadas sus características en cuanto a penetración de los servicios y usuarios potenciales, y por ser la ciudad donde se concentra la mayor demanda de servicios móviles.

El análisis de los casos en las ciudades seleccionadas parte de un criterio fundamental en el cual el factor preponderante para efectos del cálculo es la capacidad total requerida para cubrir a una población determinada en un área específica, esto debido a que bajo un esquema de operación de redes móviles de banda ancha, la capacidad de brindar una tasa de transferencia de datos a cierta cantidad de usuarios al mismo tiempo por cada radiobase define la cantidad de infraestructura que debe ser desplegada para asegurar que se cumplan los supuestos descritos a continuación.

Supuestos básicos

- Se considera el despliegue de redes LTE que en el mediano plazo atiendan una demanda de conectividad muy alta.
- Caso A5: Tres operadores con bloques de 15+15 MHz cada uno.
- Caso A4: Dos operadores con bloques de 10+10 MHz cada uno replicando el escenario actual de los Estados Unidos de América, utilizando las bandas 17 y 13 respectivamente.
- El porcentaje de cobertura territorial en el Distrito Federal es del 100%.

Cabe señalar que si bien las asignaciones de espectro para los operadores que utilizan las bandas 13 y 17 en EUA comprenden un total de 11+11 y de 12+12 MHz, el estándar LTE establece que el ancho de las portadoras en canales de 5 MHz o más, son en múltiplos de 5, es decir, 5MHz, 10MHz, 15 MHz y 20MHz. En virtud de lo cual, para este caso de análisis se consideran portadoras de 10+10 MHz, por ser el canal de más anchura que podría operar en plataforma LTE para las clases de banda 13 y 17.

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Asimismo, se contempla el hecho que en lugares como el Distrito Federal la provisión de servicios móviles no se ve limitada por cuestiones de cobertura, sino por limitaciones de capacidad de las redes con congestión.

Supuestos demográficos

Para el cálculo de la base de suscriptores que demandan servicios, se ha tomado en cuenta la población flotante del Distrito Federal, integrada por aquellas personas que sin ser habitantes permanentes, durante las horas hábiles del día desarrollan sus actividades dentro del Distrito, en este caso se asume que la población flotante equivale para efectos prácticos a la mitad de la población permanente del Distrito Federal. Esto hace que se incremente el número de usuarios conectados a la red en el territorio de la ciudad, incrementándose por lo tanto la demanda de capacidad máxima.

Tabla 1 - Datos demográficos		
Población del Distrito Federal	8,851,080	Dato de INEGI
Superficie del Distrito Federal en km ²	1,485	Dato de INEGI
Densidad promedio de población, personas/km ²	5,862	Dato de INEGI
Densidad pico de población (en horas hábiles incluyendo población flotante), personas/km ²	11,724	Se asume que la mitad del área del Distrito Federal (en el centro) cuenta con el doble de la población en horas hábiles debido a la población flotante
Densidad de población ajustada, personas/km ²	8,793	Se calcula como la media aritmética de la densidad pico de población y la densidad promedio de población en el Distrito Federal

Supuestos técnicos

Se tomó en consideración un escenario realista a futuro en el que una red comercial de estas características estaría operando con una penetración de terminales inteligentes del 100%. Del mismo modo, de acuerdo a las estimaciones, la demanda de capacidad a la red por cada usuario será del orden de 0.8 Mbit/s. Esta velocidad de transmisión es la requerida para contenidos como un video de baja resolución en formato alto de compresión (un archivo MPEG4 con resolución de 320x240@36.0 fps requiere una capacidad mínima de 768 Kbit/s para asegurar una bajada sin interrupciones de este video. Este formato de video cuenta con mucha aplicación a nivel mundial)

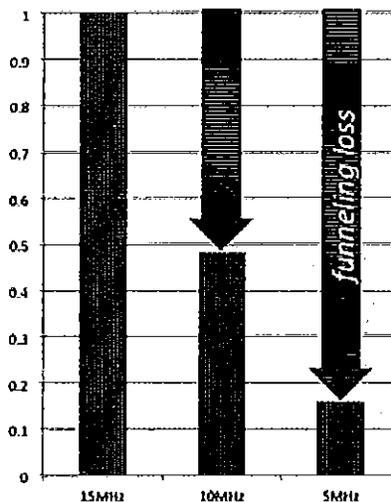
Dado a que estadísticamente es poco probable que todos los usuarios se conecten simultáneamente a una red, las redes se dimensionan considerando lo que es estadísticamente factible como consumo simultaneo de conectividad. Esto da lugar a una sobre-subscripción, la cual se dimensiona considerando la probabilidad de colisión de envíos de paquetes de los usuarios.

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Dada una probabilidad de colisión de paquetes para un ancho de canal determinado, al duplicar o triplicar el ancho del canal, la probabilidad conjunta de colisión para un canal con doble o triple de ancho de banda tiene como resultado una disminución en la probabilidad de colisión, lo que da lugar a que se pueda contar o con sobre-subscripciones más altas, o con flujos de paquetes mas densos y por ende una capacidad más alta agilizando las filas de espera para enviar y recibir paquetes.

El parámetro más importante considerado para este estudio es el de la ganancia por multiplexaje y gestión de colas que se tiene en redes con congestión, dada la organización del acomodo de paquetes de información que se genera en las radiobases. Un estudio realizado por Ericsson [1], demuestra que cuando se pasa de canales de 10 MHz a canales de 15 MHz de ancho de banda en el sentido de descarga, la ganancia en la tasa de transmisión es de 3 veces en lugar de 1.5 veces, lo anterior significa que el utilizar canales de 15 MHz en lugar de canales 10 MHz multiplica la capacidad de una red LTE por un factor de 2.

Pérdida relativa por multiplexaje y gestión de colas



La eficiencia espectral de la tecnología LTE es una característica técnica que indica cuanta información es posible transmitir por unidad de espectro, típicamente se utiliza la medición de bits transmitidos por Hz.

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Supuestos Técnicos		
Parámetros	Valor	Comentario
Porcentaje pico de conexiones simultáneas a la red	20%	Se asume que 1 de cada 5 equipos estarán conectados a la red de manera simultánea
Penetración de dispositivos inteligentes (teléfonos, tabletas, dongles, etc.)	15%, 45% y 100%	
Demanda de capacidad por usuario, Mb/s	0.768	Velocidad de transmisión requerida para un video de baja resolución en formato alto de compresión (ej. MPEG4)
Eficiencia espectral de la tecnología LTE, bits/sec/Hz	3	Característica técnica de la tecnología LTE
Coefficiente de ganancia por multiplexaje y gestión de colas (comparando LTE en canales de 10+10MHz con canales de 15+15 MHz)	2	Obtenido de la gráfica 1

Supuestos del caso de negocios

En lo que se refiere a los aspectos del caso de negocios, se asume que el costo de construir y equipar un nuevo emplazamiento es del orden de USD 100,000.00; se asume también que el costo de equipar un emplazamiento existente con equipo LTE es del orden de USD 50,000.00. Por lo tanto, en el caso de compartición de infraestructura para un nuevo emplazamiento el costo para cada operador será USD 66,666.00 en el caso de 3 operadores (segmentación A5) y de USD 75,000.00 en el caso de 2 operadores (segmentación A4). Esto se debe a que cada operador tiene que desplegar su propio equipo aun cuando los costos de construcción del sitio son compartidos. Para efectos de este análisis, se parte de la premisa de que cada operador tendría 4,000 emplazamientos en el D.F. antes de iniciar sus despliegues en la banda de 700 MHz.

Asimismo se han hecho suposiciones respecto los límites temporales del despliegue de los emplazamientos. Estos tiempos están limitados por la velocidad con la que los operadores pueden obtener los permisos legales para la construcción del sitio, el tiempo requerido para la instalación de los equipos y en segundo lugar por el número total de sitios en los que un operador puede estar desplegando al mismo tiempo.

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Impactos del caso de negocios		
Parámetros	Valor	Comentarios
Participación en el mercado para 2 operadores. Caso A4	50% c/u	
Participación en el mercado para 3 operadores. Caso A5	33% c/u	
Tamaño del canal por operador [MHz]. Caso A4	10x2	
Tamaño del canal por operador [MHz]. Caso A5	15x2	
Inversión de capital para el desarrollo de uno nuevo emplazamiento (miles de USD)	100	Valor revisado con varios proveedores de infraestructura.
Inversión de capital para una emplazamiento existente (miles de USD)	50	Valor revisado con varios proveedores de infraestructura.
Inversión de capital para la compartición de emplazamiento existente (miles de USD). Caso A4	75	Calculado como el costo de una radiobase LTE más el costo de la construcción de un nuevo emplazamiento que será compartido entre dos operadores (A4)
Inversión de capital para la compartición de emplazamiento existente (miles de USD). Caso A5	66.6	Calculado como el costo de una radiobase LTE más el costo de la construcción de un nuevo emplazamiento que será compartido entre tres operadores (A5)
Número de emplazamientos existentes (por operador)	4000	Datos de la propia Comisión con información de los concesionarios (escenario optimista respecto de la experiencia reportada).
Tiempo de desarrollo de un nuevo emplazamiento (semanas)	52	
Tiempo de desarrollo en un emplazamiento ya existente (semanas)	3	
Número máximo de instalaciones de radiobases LTE simultáneas en sitios existentes por operador (sitios a la vez)	100	
Número máximo de instalaciones de nuevos emplazamientos por semana, por operador	50	

Representatividad del D.F. como caso de estudio

El Distrito Federal es un escenario de alta demanda de conectividad, tanto en zonas de altos ingresos como en otras zonas de alta afluencia de personas, presentando al mismo tiempo escenarios de utilización de la capacidad de las redes con condiciones de uso más parecidas a lo que se observa en otras ciudades del país como por ejemplo Monterrey, Guadalajara, Tijuana, Puebla, León, Querétaro y Cuernavaca, entre otras. Por lo tanto, se considera que el D.F. es un caso representativo de la realidad de demanda de capacidad de las zonas urbanas del país.

De igual forma, es relevante el hecho de que prácticamente el 70% de la población de México radica en zonas urbanas y las condiciones de demanda de conectividad serán muy similares.

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Además, se tomó en cuenta la importancia que el Distrito Federal representa para los operadores de servicios móviles, ya que alrededor del 50% de los ingresos de éstos, provienen del D.F. y su zona conurbada.

Adicionalmente, en las redes de nueva generación el paradigma que prevalecerá será la forma en la que se satisfará la demanda de conectividad en las redes, ya que para el caso de entornos de alta demanda, como es el caso de las ciudades antes descritas, las redes ya no tienen en su mayoría un desafío de cobertura.

Por otra parte, para el caso de los entornos rurales no atendidos con servicios de conectividad, la capacidad de las redes de nueva generación también juega un papel relevante. En casos como el de Francia operadores móviles han manifestado que en las zonas rurales los usuarios presentan una alta demanda, por lo que aún en zonas rurales el paradigma no es exclusivamente de cobertura, sino también de capacidad. Lo anterior debido a que no existen otros medios de acceso a la conectividad cuando los medios inalámbricos hacen su aparición.

Aunado a lo anterior es importante mencionar que existirán despliegues en áreas que ciertamente no requerirán de una alta capacidad, como es el caso de otorgar cobertura en tramos carreteros.

II. Caso de negocios para los esquemas de segmentación A4 y A5

Como un siguiente paso, se calculó cuantas radiobases serán requeridas por cada operador para desplegar su red en el Distrito Federal. Para calcular el número de radiobases N que serán necesarias en el Distrito Federal por kilómetro cuadrado, se usará la siguiente fórmula para el caso del esquema A5:

$$N_{A5} = \frac{\frac{a}{3} * b * c * d}{e * \frac{f}{3}}$$

Por otra parte, para el caso del esquema de segmentación A4, se utilizará la siguiente fórmula:

$$N_{A4} = \frac{\frac{a}{2} * b * c * d}{e * \frac{f}{2}}$$

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Donde:

a - densidad poblacional $\left[\frac{\text{habs}}{\text{km}^2}\right]$

b – conexiones simultáneas [%]

c – penetración de smartphones [%]

d – demanda de la capacidad por usuario $\left[\frac{\text{Mbit}}{\text{s}}\right]$

e – eficiencia espectral de LTE $\left[\frac{\text{bit}}{\text{sec}\cdot\text{Hz}}\right]$

f – espectro total en la banda [MHz]

Número de Radiobases Calculadas para LTE		
Eficiencia espectral, bits/s/Hz	3	Característica técnica de la tecnología LTE
Radiobases por km ² (A4)	10	Calculado según fórmula para número de radiobases
Radiobases por km ² (A5)	2.3	Calculado según fórmula para número de radiobases
Total de radiobases (A4)	30085	Cálculo obtenido de la multiplicación del número de radiobases por km ² por el área total del Distrito Federal
Total de radiobases (A5)	10028	Cálculo obtenido de la multiplicación del número de radiobases por km ² por el área total del Distrito Federal

El número total de radiobases calculadas tanto para el esquema de segmentación A4 como para el esquema A5 (30085 y 10028 radiobases respectivamente), representa la magnitud correspondiente a todos los operadores. Como habíamos mencionado, en el esquema de segmentación A4 participan 2 operadores y en el caso A5 participan 3 operadores. Por lo tanto:

- El número de radiobases por operador en el esquema de segmentación A4 es de 15042.
- El número de radiobases por operador en el esquema de segmentación A5 es de 3343.

4

Ahora analicemos como se traduce esto en tiempo y dinero. Durante este estudio nos hemos ubicado en tres escenarios distintos: **1)** los operadores no comparten sus emplazamientos (escenario que históricamente en México siempre ha sido el mismo y es probable que ocurra), **2)** los operadores comparten sus emplazamientos, **3)** los operadores comparten parcialmente sus sitios.

En el caso del esquema A5, el número de radiobases necesarias no excede el número de las ya existentes, por lo tanto, el uso de esas torres es viable económicamente en vez de tener que acudir a opciones de compartición de infraestructura.

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Conforme a lo anterior, la Opción 1 contempla ambos esquemas de segmentación (A4 y A5), mientras que las Opciones 2 y 3 sólo requieren contemplar el esquema A4.

En todos los casos, la velocidad del despliegue de las redes está limitada por nuestros supuestos iniciales. El fondo de inversión para las redes se asume de manera conservada para que el costo del desarrollo de las radiobases sea igual.

Se han considerado tres valores para la penetración de *smartphones*, esto con la finalidad de calcular la sensibilidad de los resultados ante este parámetro, los valores son 15%, 45% y 100%. El valor de 15% es una cifra pesimista hacia el año 2015 en México; el valor de 45% corresponde a la cifra que se percibe como la más realista; el valor de 100% es una cifra agresiva que vale la pena sea considerada al momento de realizar el diseño de políticas públicas. Recordemos que este parámetro toma en cuenta todos los tipos de dispositivos de banda ancha que envían datos a través de las redes móviles (es decir, *smartphones*, *tablets*, USBs, dispositivos M2M, etc). Es claro que bajo las circunstancias y supuestos dados, la proporción de las inversiones necesarias y el tiempo de despliegue que son arrojados por el estudio no son dependientes del escenario de penetración. Los resultados presentados en este estudio corresponden al escenario en el que la penetración de *smartphones* es del 45%. Para otros escenarios de penetración el lector puede consultar los cálculos detallados contenidos en el archivo adjunto.

Los cálculos detallados pueden ser consultados haciendo doble click al siguiente ícono:



modelo A4, A5 en DF
v9.0.xlsx

A continuación se presentan los resultados de los cálculos para todos los casos y escenarios que han sido analizados.

Opción 1: Sin compartición de sitios

Opción 1: Sin compartición de sitios				
A5 (3343 radiobases por operador)				
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	1700	85
2 años	1642	82.1	3342	167.1

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Opción 1: Caso A4						
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)						
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	6000	430
3	600	30	2600	260	9200	720
4	0	0	2600	260	11800	980
5	0	0	2600	260	14400	1240
5 años 1 mes	0	0	642	64.2	15042	1304

Opción 2: Compartición total

En este caso, tenemos tres opciones distintas: **2a)** los operadores construyen torres compartidas y usan sus torres existentes, **2b)** los operadores construyen torres compartidas, rentan estas torres y usan sus torres existentes, **2c)** los operadores solamente rentan las torres compartidas y usan sus torres existentes.

Opción 2: Cálculos						
Escenario 2a: Compartición total (los operadores construyen torres)						
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)						
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Sitios nuevas	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	1700	85
2	1700	85	5200	390	8600	560
3	600	30	5200	390	14400	980
3 años 1 mes	0	0	642	48.15	15042	1028

Escenario 2b: Compartición total (los operadores rentan torres)								
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)								
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevas rentadas	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	5200	390	2600	130	11200	690
2 años 5 meses	600	30	2161	162.075	1081	54.05	15042	936

Escenario 2c: Compartición total (los operadores rentan torres)								
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)								

4

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevas rentadas	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	0	0	2600	130	6000	300
3	600	30	0	0	2600	130	9200	460
4	0	0	0	0	2600	130	11800	590
5	0	0	0	0	2600	130	14400	720
5 años 3 meses	0	0	0	0	642	32.1	15042	752

A pesar de que el desplazamiento mostrado en el escenario 2c tiene la inversión de capital más baja, dicha opción es económicamente menos viable comparada con el escenario 2b el cual solo requiere de un desarrollo por 2 años 5 meses en comparación con los 5 años y 3 meses de la opción 2c. Durante esos 3 años de diferencia, los operadores estarían imposibilitados de poder recaudar ingresos por parte de los usuarios y además serían vulnerables al desarrollo de futuras tecnologías. Por lo tanto, la vía económica más viable para los operadores es el uso de los sitios existentes y renta de torres compartidas.

Opción 3. Compartición parcial de emplazamientos

En este caso existen tres escenarios: **3a)** los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres existentes, **3b)** los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres y usan sus torres existentes, **3c)** los operadores construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres compartidas.

Tabla 8. Opción 3 - Cálculos

Escenario 3a: Compartición parcial (los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres existentes)

Esquema A4 (15042 radiobases por operador)

Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos Sitios propios	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	5200	390	2600	130	13800	950
2 años 1 mes	174	8.7	267	26.7	534	40.05	267	13.35	15042	1039

Escenario 3b: Compartición parcial (los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres y usan sus torres existentes)

Esquema A4 (15042 radiobases por operador)

Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos Sitios propios	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
-----	-------------------	-------------------------	---------------------------------------	-------------------------	---	-------------------------	------------------------	-------------------------	----------------	-------------------------------

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

1	1700	85	0	0	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	5200	390	0	0	11200	820
2 años 5 meses	600	30	1081	108.1	2161	162.075	0	0	15042	1120
Escenario 3c: Comparición parcial (los operadores construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres compartidas)										
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)										
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos Sitios propios	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	0	0	2600	130	8600	560
3	600	30	2600	260	0	0	2600	130	14400	980
3 años 1 meses	0	0	321	32.1	0	0	321	16.05	15042	1028

A pesar de que el escenario 3a y 3c implican casi misma inversión de capital, el despliegue ocurre más rápido en el escenario 3a, requirieron 2 años y 1 mes en lugar de 3 años y 1 mes. Por lo tanto, la opción más viable para los operadores es la opción en la que construyen torres compartidas, construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus propias torres existentes.

III. Análisis comparativo

Para calcular de forma correcta la magnitud de las inversiones que serán requeridas para el despliegue de las redes LTE que aseguren la prestación de servicios de telecomunicaciones a toda la población del Distrito Federal, es necesario hacer el cálculo de los valores actuales que representen la inversión futura de los operadores, tanto para el caso de la segmentación A5 como para la segmentación A4. Para poder realizar este cálculo se aplica una tasa de descuento del 12% y se calculan los valores actuales de las inversiones totales. La cifra de 12% se asemeja a la de los modelos implementados por los operadores móviles en el mercado de telecomunicaciones en México para el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC por sus siglas en inglés).

Para consultar los cálculos detallados, favor de referirse a la hoja "Valores actuales pen.45%" del documento "modelo A4, A5 en DF v9.0.xlsx"

Haciendo un resumen de los resultados, tendremos lo siguiente para las inversiones totales en el Distrito Federal:

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

Tabla 2: Resultado de los cálculos				
Sin compartición				
	Tiempo	Gastos de capital (millones de USD)	Comparativo	
A4	5 años y 1 mes	1862	Tiempo	Costo
A5	2 años	424	260%	440%
Compartición total				
	Tiempo	Gastos de capital (millones de USD)	Comparativo	
A4	2,5 años	1586	Tiempo	Costo
A5	2 años 5 meses	424	125%	370%
Compartición parcial				
	Tiempo	Gastos de capital (millones de USD)	Comparativo	
A4	2 años	1704	Tiempo	Costo
A5	2 años y 1 mes	424	105%	402%

Con el propósito de analizar el mismo caso de estudio partiendo del estado actual de despliegue de sitios en el D.F.; se calcula a continuación la cantidad de usuarios que pueden ser soportados por un sistema instalado en A4 y en A5 dada la cantidad de radiobases existentes en el D.F.

Actualmente existen en el Distrito Federal aproximadamente 12,000 radiobases desplegadas por los operadores actuales. Dado lo anterior, con la siguiente fórmula se calcula el número de usuarios soportados en cada plan:

$$N_{\text{usuarios}} = \frac{f * e}{d * 20\% * 45\%} * 12000$$

En donde:

d – demanda de la capacidad por usuario $\left[\frac{\text{Mbit}}{\text{s}}\right]$

e – eficiencia espectral de LTE $\left[\frac{\text{bit}}{\text{sec*Hz}}\right]$

f – espectro disponible por operador [MHz]

20% corresponde al porcentaje pico de conexiones simultáneas a la red y el factor de 45% es la penetración de *smartphones*.

En el caso de A4 N_{usuarios} tiene un valor de 5 208 333 usuarios y en el caso de A5 de 15 625 000. El resultado anterior resulta significativo porque demuestra que con la infraestructura existente es posible bajo A5 conectar a la población actual del D.F. y más, mientras que bajo A4 una gran proporción de los ciudadanos del D.F. no tendrían posibilidad de contar con la conectividad requerida.

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

De conformidad con los cálculos anteriores, el despliegue de redes en el esquema A5 se traduce en costos de inversión inicial menores para los operadores, los cuales representan un excedente del productor. Es razonable pensar que una parte de este excedente se trasladará a los usuarios convirtiéndose en menores precios al consumidor final. Además, se prevé que el usuario experimentará mayores beneficios al posibilitar bajo el esquema de segmentación A5 la existencia de 3 operadores, contra dos operadores en el esquema A4.

Lo anterior implica que ante un mercado con la concentración de servicios de telecomunicaciones como la que presenta el mercado mexicano, se considera que una decisión de política pública respecto a la utilización de la banda de frecuencias en cuestión, debe realizarse tomando en cuenta no solo la eficiencia técnica en el uso del espectro, sino también buscando el mejor entorno competitivo en el mercado. La diferencia en la competencia del mercado de las telecomunicaciones al pasar de dos operadores bajo el esquema A4, a 3 operadores con el esquema A5, resulta en un diferenciador enorme en términos de estrategias para equilibrar el mercado potencial de uso y explotación de esta banda de frecuencias, con los consecuentes beneficios a los usuarios por contar con mayores opciones de elección de servicios en un mercado competitivo.

Tales objetivos, se logran de manera más eficaz con la utilización del esquema de segmentación A5, tal como ha quedado de manifiesto en el ejercicio objeto de este dictamen.

Otro beneficio que puede lograrse con la utilización del esquema de segmentación A5 desde la perspectiva del usuario de los servicios, es que el usuario podrá portar su número y mantener la conectividad de cuarta generación bajo el esquema de Asia Pacífico, utilizando el mismo dispositivo para redes diferentes, situación que no se replicará en el esquema A4.

La falta de portabilidad en el esquema A4 genera costos adicionales a los usuarios: Por ejemplo, si un usuario de un iPad LTE no está satisfecho con el servicio que provee su operador móvil, tendrá que comprar una iPad LTE nueva para tener conectividad con otro operador. Esto, puede potencialmente inhibir la portabilidad de usuarios entre las redes.

En el mismo sentido, y gracias al uso de canales de 15 MHz la experiencia de navegación y de uso de aplicaciones de datos será mejor para el usuario, debido a las ventajas del *scheduling gain* que en la práctica significa para la percepción del usuario un servicio con tasas de conexión más rápidas y con menos tiempos de espera de respuesta ante una solicitud de servicio generada por éste o por alguna aplicación.

Un beneficio más hacia el usuario, es que en el mediano plazo, se espera que a medida que se incrementa el tamaño del mercado de A5, se incrementará el ecosistema y las economías de escala alcanzarán un grado de desarrollo tal, que se verán reducidos los precios de los equipos

DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.

terminales, facilitando a los usuarios la adquisición de terminales, logrando que muchos mexicanos accedan por primera vez a un *Smartphone* con servicios avanzados de conectividad.

Referencias

[1] Ericsson Australia and New Zealand submission to ACMA Discussion paper. ACMA Spectrum Reallocation in the 700 MHz digital dividend band.

ll



México, D.F., a 12 de septiembre de 2012

ANEXO 2

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

GEOPOLÍTICA DE LA BANDA 698-806 MHZ Y LA ADOPCIÓN EN MÉXICO DEL ESQUEMA APT

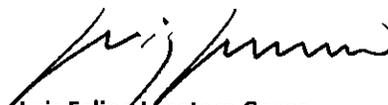
Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

DICTAMEN

La decisión de que México adopte el plan APT para la banda 698-806 MHz en una etapa temprana del proceso de gestación del ecosistema tecnológico, tiene un impacto positivo no sólo en el entorno doméstico, sino incluso en el ámbito regional e internacional.

Por un lado, la adopción por parte de México del plan APT tendrá un efecto acumulativo con los demás países que ya se han manifestado al respecto, lo cual generará una señal cada vez más clara para los fabricantes de equipos quienes podrán tomar las previsiones necesarias en sus procesos de investigación y desarrollo, lo que a la postre se verá reflejado en las economías de escala que nos permitan contar con equipos lo suficientemente asequibles para romper la brecha de conectividad.

Por otro lado, tal decisión generará certeza para los actores de nuestro propio ecosistema, quienes eventualmente se verán beneficiados por la armonización global en el uso de la banda y por las consecuentes economías de escala.



Luis Felipe Lucatero Govea
Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación



Contenido del estudio

I. La importancia de la geopolítica en materia de telecomunicaciones.....3

II. Tendencias internacionales.....5

III. Economías de escala previstas9

IV. Posición de la Industria. Manufactura.....13

V. Posición de la Industria. Operadores15

Referencias17

4

I. La importancia de la geopolítica en materia de telecomunicaciones

En años pasados, el paradigma alrededor de la forma en la cual se utilizaba el espectro dependía en buena medida de los intereses y prioridades que las naciones más influyentes tuvieran para desarrollar sus tecnologías y desplegarlas a cuantos más territorios fuera posible, a fin de propiciar el desarrollo de sus economías e influir en los mercados internacionales de las telecomunicaciones.

No obstante, el desarrollo económico mundial se ha orientado hacia una economía globalizada en la que cada vez son mayores los lazos interdependientes entre las economías del mundo, aunado al papel cada vez más relevante que adquieren naciones que en años recientes han tenido un desarrollo acelerado que les da mayor peso específico en sus regiones y en el mundo.

Tal hecho es de considerarse cuidadosamente al momento de que el Estado tome decisiones que impacten no sólo su desarrollo nacional, sino que estas decisiones también influyen en cierto grado en el escenario internacional en cuanto al desarrollo de otros países. Esto es especialmente importante para países los con los que se comparten fronteras, así como en el desarrollo de la región del mundo de la que se trate.

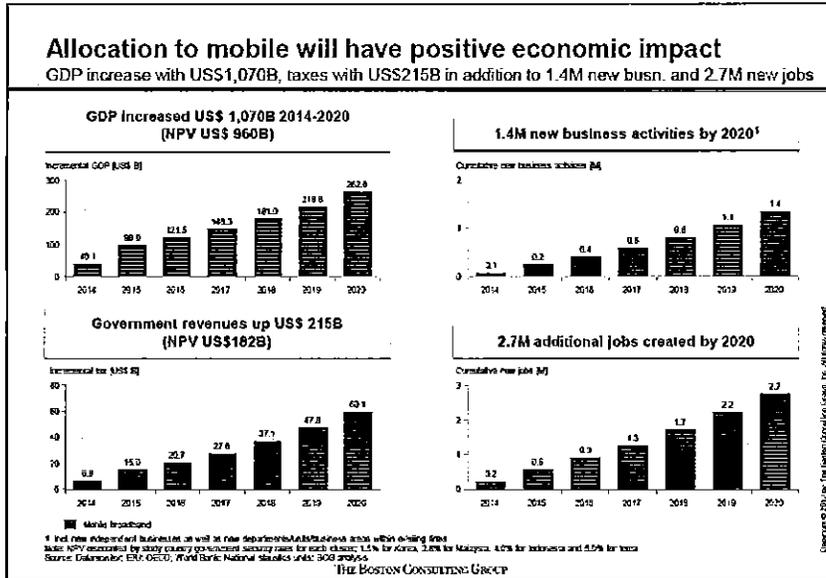
En el ámbito de las telecomunicaciones, se ha observado que la adopción masiva de tecnologías del mismo tipo genera el desarrollo de economías de escala, que se traducen en beneficios directos que reducen los costos de los integrantes de un ecosistema determinado y propicia un entorno más competitivo en el que fabricantes y operadores de sistemas tienen la capacidad de ofertar productos y servicios a costos menores a sus clientes, resultando esto en un círculo virtuoso que estimula el aumento de la demanda de los consumidores finales en donde se reducen las barreras de entrada debido al costo de los dispositivos de usuario.

Debido a lo anterior, empresas consultoras, gobiernos y organismos mundiales y regionales especializados en cuestiones relacionadas con las telecomunicaciones destacan la importancia de que se alcance la mayor armonización posible en la utilización de las frecuencias para diversos servicios, lo cual se traduce en una mejor interoperabilidad e itinerancia de los servicios entre los países, facilidad de coordinación transfronteriza y evidentemente en mayores economías de escala.

Así pues, se han elaborado estudios relativos a los beneficios que se generan por el uso armonizado de la banda de 700 MHz, en los cuales se pone de manifiesto la importancia de lograr el uso de la banda armonizado de manera que los países la utilicen para el mismo tipo de servicios y bajo un mismo esquema de segmentación.

En este sentido, desde el punto de vista de la atribución de la banda de 700 MHz para servicios móviles, se observan los potenciales beneficios a mediano y largo plazo en cuanto a PIB, creación de empleos, ingresos fiscales y desarrollo de negocios, como se observa en la siguiente gráfica:

Impacto de atribuir la banda de 700 MHz para servicios móviles (APAC)[1]



Fuente: The Boston Consulting Group

Para el caso de Latinoamérica los beneficios por la atribución de espectro para los servicios móviles también quedan manifiestos:

4

Impacto de atribuir la banda de 700 MHz para servicios móviles (Latinoamérica) [2]

	Redifusión	Banda Ancha Móvil	
Contribución al ecosistema de TIC (espectro, red y otros activos)	\$ 3,508	\$ 14,800	4.22x
Ingresos adicionales del sector y contribución al crecimiento del PIB	\$ 513	\$ 3,582	7.00x
Generación de empleo directo e Indirecto	5,198	10,738	2.07x
Impuestos (recaudación marginal adicional en ventas)	\$ 818	\$ 3,420	4.17x
Excedente del Consumidor	~ \$ 0 (*)	\$ 5,157	

(*) Second-order effect which translates into more advertising space with the consequent potential impact on producer and consumer surplus

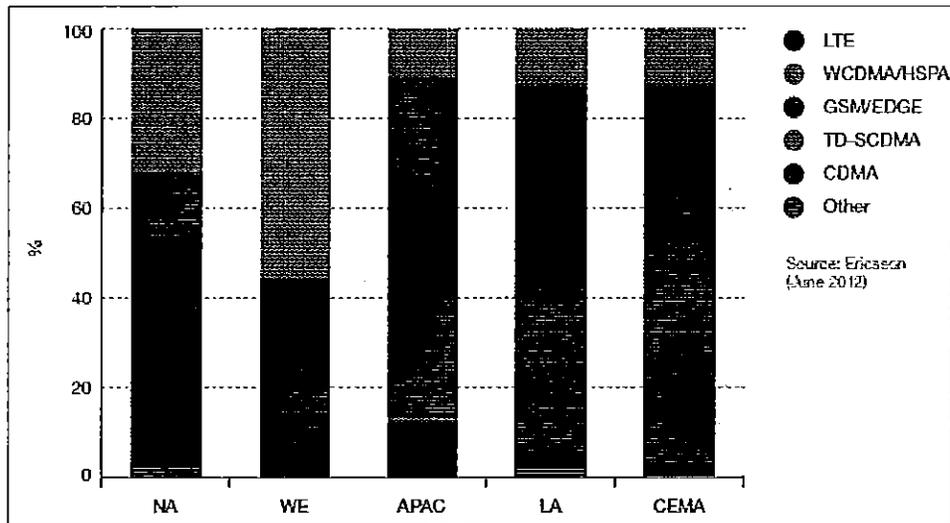
Fuente: Global Suppliers Mobile Association

Ahora bien, desde el punto de vista de la armonización en el uso del espectro para los servicios móviles, se cuenta con el antecedente histórico de la tecnología GSM, la cual gracias a un primer acuerdo de armonización tanto del espectro como de la tecnología entre los países europeos, esto

[Handwritten signature]

logró desarrollar una economía de escala regional que eventualmente se propagó a prácticamente todo el mundo, siendo esta la tecnología de comunicaciones móviles más exitosa a nivel mundial

Cantidad de usuarios por tipo de tecnología al 2011[3]



Fuente: Ericsson, Traffic and market report, 2012

Visto lo anterior, es de primera importancia que en la toma de decisiones sobre el uso futuro del espectro, se tomen en consideración los criterios de eficiencia tecnológica que hagan el uso óptimo del espectro aunado a criterios de los desarrollos tecnológicos en el mundo y conforme a las mejores prácticas regulatorias internacionalmente recomendadas.

4

II. Tendencias internacionales

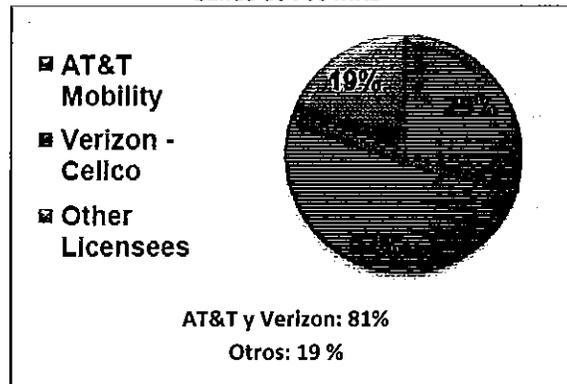
En cuanto a la armonización de la banda de 700 MHz para usos móviles, se puede abordar desde dos distintos panoramas: Por una parte, la armonización alrededor del plan de banda de los Estados Unidos y por otra parte, el plan de banda que definió la Telecomunidad Asia-Pacífico (APT, por sus siglas en inglés).

El primero de ellos fue adoptado inicialmente por los EUA, conforme a sus necesidades y prioridades nacionales, siendo este país el primero en desplegar redes de banda ancha en esta banda de frecuencias.

Debido a la fuerte influencia económica de este país, alrededor del plan de frecuencias en la banda de 700 MHz se han desarrollado economías de escala competitivas en dos segmentos de la banda citada, para el operador AT&T y para el operador Verizon que en su conjunto acumulan más del 80% del mercado de comunicaciones comerciales en la banda de 700 MHz[4].

X

MHz POP para licencias activas FDD en la banda de 700 MHz



Fuente: 700 MHz Block A Good Faith Purchasers Alliance

Por su parte, Canadá recientemente decidió utilizar el mismo esquema de bandas de frecuencias que los EUA [5], en donde las principales consideraciones que tomó en cuenta, fueron las respuestas obtenidas en su proceso de consulta pública, las cuales en su gran mayoría se orientaron hacia una armonización con el plan de EUA, así como los beneficios potenciales en cuanto a la posibilidad de acceso al universo de terminales con las que cuenta el mercado de EUA, la facilidad de roaming entre los dos países y una coordinación más simple de frecuencias en la frontera común. Otro factor importante, es el hecho de que la mayor parte de la población de Canadá habita en la parte sur del país, con un alto grado de interdependencia económica y social con los EUA.

Si bien es cierto que existen beneficios potenciales para Canadá al haber adoptado el esquema A4, estos deben ser considerados a la luz de las circunstancias demográficas, competitivas y de interdependencia económica entre Canadá y los EUA, y contrastarlas con aquellas entre México y los EUA.

De acuerdo con información de la Agencia Central de Inteligencia de los EUA, el PIB de Canadá en el 2011 fue de 1.414 trillones de dólares, mientras que el intercambio comercial entre ese país y los EUA alcanzó en 2011 un monto de 0.596 trillones de dólares, lo que equivale al 42% del PIB de Canadá. Por su parte, el PIB mexicano es de 1.683 trillones, mientras que el intercambio comercial entre México y EUA llegó a los 0.461 trillones de dólares ese mismo año, lo que equivale al 27% del PIB mexicano.

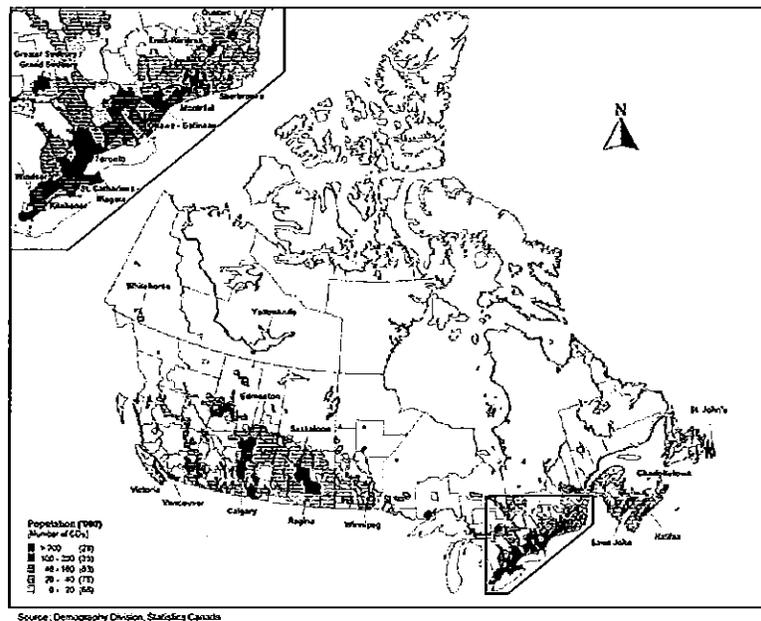
En lo tocante a la concentración demográfica en las fronteras sabemos que el 75% de los ciudadanos canadienses habita cerca de la frontera con EUA, mientras que para el caso de México en la región fronteriza habita aproximadamente un 7% de la población total.

Por otra parte, de acuerdo con cifras de la Administración de Comercio Internacional del Departamento de Comercio de los EUA, en lo que toca a visitantes que ingresaron a los EUA

procedentes de Canadá y México, se observa que durante el año 2011 hubieron 21'337,000 visitantes procedentes de Canadá, mientras que para el caso de México, viajaron 13'491,000 ciudadanos a los EUA en el mismo periodo. [18].

En cuanto a la inversión extranjera directa de los EUA hacia Canadá, se tiene que para el año 2011, la inversión extranjera directa fue de 326.1 billones de dólares [19], mientras que para México, esta cifra alcanzó los 10.699 billones. [20]

Distribución poblacional de Canadá [6]



Por otro lado, en el mercado canadiense existen 9 operadores móviles, en el que el mayor tiene una participación del 35.69%, por lo que se observa un mercado no tan concentrado como el mexicano, en el que de un total de tres operadores, el más grande tiene una participación de casi el 70%.

4

Otro dato que podría añadirse, es la comparación del volumen de *roaming* entre Canadá y EUA y entre México y EUA. Sin embargo, no fue posible encontrar cifras sobre este rubro, aunque tomando en cuenta las cifras comparativas anteriormente descritas, es razonable estimar que también en este rubro Canadá tiene un tráfico de *roaming* mayor con los EUA que el que México puede llegar a tener, por lo que se considera aceptable que las citadas cifras comparativas son elementos de suficiente importancia para justificar la decisión adoptada por Canadá.

Lo anterior deja en claro que las condiciones económicas, demográficas y de mercado son marcadamente diferentes entre el caso canadiense y el mexicano, y que tales condiciones son determinantes en la adopción del esquema más apropiado para cada caso particular.

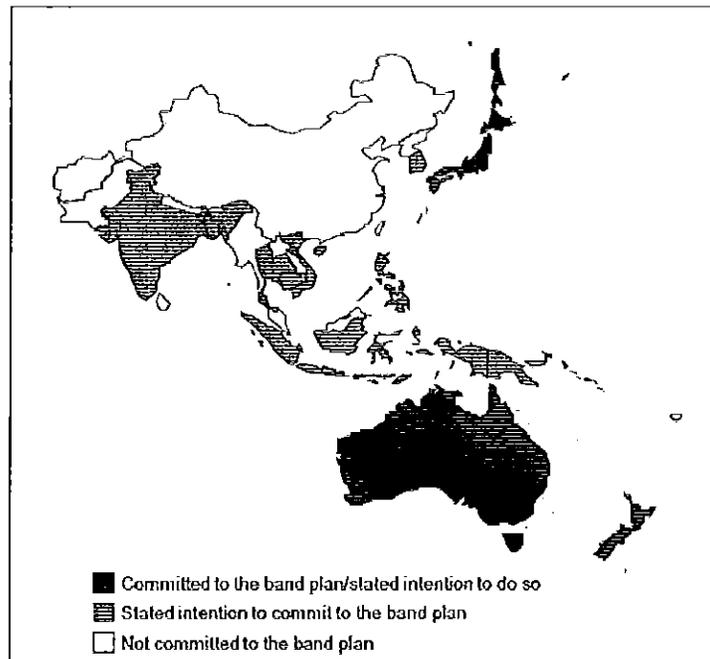
A

En el mismo tenor, se observa que la mayoría de los países que se encuentran en el Caribe, se han alineado con el plan de EUA, dado que una importante parte del ingreso de sus operadores se percibe del roaming con usuarios de ese país, dada la alta cantidad de visitantes procedentes de los EUA a esos países, principalmente con fines turísticos.

Por su parte, la Telecomunidad Asia – Pacífico (APT) colocó como una de sus principales prioridades para el establecimiento de su plan de segmentación de la banda de 700 MHz un plan armonizado para la mayoría de los países, aunado a la eficiencia técnica en el uso del espectro, de tal suerte que en el 2009, los países integrantes de la APT definieron un par de esquemas de segmentación aplicables para la banda, uno para sistemas TDD (soportado principalmente por China) y otro para sistemas FDD (soportado por la mayoría de los países).

Los países de esa región han reconocido los beneficios potenciales para sus sociedades, brindando un creciente y fuerte soporte al plan de segmentación APT. Una amplia mayoría de los países de la región se han comprometido, o en su caso, han manifestado su intención de adoptar las mismas especificaciones para la banda de 700 MHz.

Países de APT que soportan el plan para la banda de 700 MHz en esquema FDD



Fuente: *The Boston Consulting Group*

4

En cuanto a la región de Europa y África, se tiene que uno de los resultados de mayor relevancia de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT (CMR-12)[7,] fue el hecho de que la banda de 700 podrá ser atribuida a título primario para el servicio móvil con efectos a partir del año 2015, lo que representa una gran oportunidad para muchos países de la región Africana y

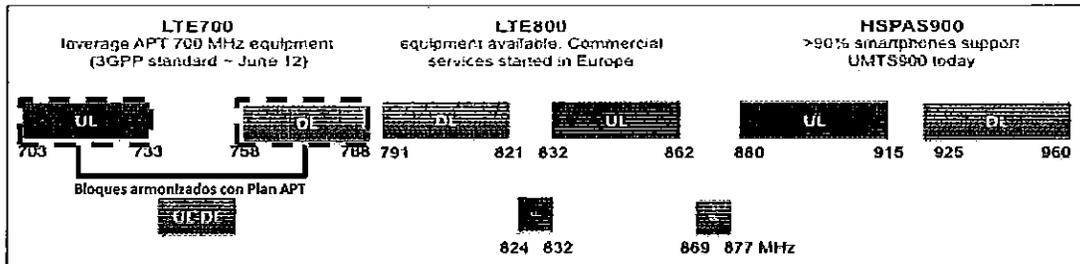
X

árabe que usan relativamente poco la banda para disponer de ésta para aplicaciones de banda ancha.

En cuanto a los países de Europa que tienen una alta ocupación de servicios de radiodifusión en la banda de 700 MHz se otorga el período hasta el año 2015, respetando los términos suscritos por los países firmantes del Acuerdo de Ginebra de 2006, a fin de permitir la conclusión de los estudios de compatibilidad entre servicios, y dar así lugar a su proceso de liberación de un segundo dividendo digital que se sumaría al primer dividendo digital de esa región en la banda de 800 MHz.

Lo anterior, abre el camino para la armonización de las bandas 700, 800 y 900 MHz, que es hoy en día uno de los objetivos que más se persiguen en el mundo para beneficiarse de las economías de escala.

Posible esquema de armonización de las bandas de frecuencias 700, 800 y 900 MHz en Europa



Fuente: UIT

III. Economías de escala previstas

Como se ha mencionado, uno de los factores de mayor importancia a considerar es el de las economías de escala que se logran desarrollar alrededor de un ecosistema determinado, cuyo éxito depende en buena medida del soporte que brinden los fabricantes para el desarrollo de equipos a precios accesibles, que a su vez depende de la demanda de estos equipos por parte de los suscriptores.

4

Dicho lo anterior, cobra especial relevancia el tamaño del mercado en términos de cantidad de usuarios potenciales que utilicen el mismo esquema de frecuencias y el mismo tipo de tecnología.

En cuanto al plan de banda de EUA, tomando en consideración la población de los países que se conoce observa que el total de habitantes en su conjunto es de menos de 400 Millones.

Población total de países que soportan esquema de banda de EUA [8][9][10]

X

País / Región	Población estimada (Millones)
Estados Unidos	314
Canadá	35
Caribe	42
TOTAL:	391

En cuanto al plan APT, entre los países de la Telecomunidad Asia- Pacífico que hasta el momento han adoptado el esquema de segmentación FDD para la banda de 700 MHz se encuentran: Australia, Japón, Corea, India, Taiwán, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Tonga, en tanto que en países como Indonesia, Singapur, Tailandia y Vietnam, se prevé su adopción en un futuro cercano [11].

Población total de países de Asia –Pacífico que soportan el esquema de banda de APT [12]

País / Región	Población estimada (Millones)
Japón	128
Australia	22
Nueva Zelanda	4.5
Corea	49
India	1205
Taiwán	23
Papúa Nueva Guinea	6.3
Tonga	0.1
Vietnam	91.5
Tailandia	67
Singapur	5.5
Indonesia	248
TOTAL:	1849.9

4 Adicionalmente, por parte de Latinoamérica se observa que ya existen pronunciamientos por parte de las autoridades de algunos países soportando el plan de segmentación de la banda APT en su modalidad FDD, incluyendo a México.



Se prevé que en el corto plazo más países de la región se sumen dando su soporte al plan de banda APT, una vez que concluyan sus estudios al respecto.

Población total de países de Latinoamérica que se han pronunciado soportando el esquema de banda de APT.

País / Región	Población estimada (Millones)
Argentina	42
Colombia	45
Chile	17
Costa Rica	4.6
México	115
TOTAL:	223.6

Finalmente, para el resto del mundo, se observa altamente probable que dado que las características técnicas del plan de banda de EUA son incompatibles con el segundo dividendo digital de Europa, es más viable para esta región el adoptar un plan de segmentación armonizado con el plan APT.

Población total de regiones de Europa, África y Medio Oriente que potencialmente podrían adoptar el plan de banda de APT.

País / Región	Población estimada (Millones)
Europa	857
África	1070
Medio Oriente	384
TOTAL:	2311

En resumen, se observa que las potenciales economías de escala que podrían generarse alrededor del plan de banda de APT, no tienen precedente en la historia de las telecomunicaciones, lo que puede resultar en que los usuarios de los países que adopten el plan de APT, puedan contar en el futuro cercano con terminales a costos muy accesibles, lo que en la práctica se traduce en la rápida reducción de las brechas de conectividad existentes en los países, y en una palanca de apoyo de los objetivos, metas e indicadores de desarrollo de los países.

El desarrollo previsto de las economías de escala alrededor del esquema de segmentación de APT, puede dar un gran impulso a los programas nacionales que tengan componentes de conectividad y

banda ancha, incluyendo programas educativos, combate a la pobreza, tele-medicina, gobierno digital, entre otros.

Población total mundial de países comprometidos o con altas posibilidades de adopción del plan APT.

Región	Población estimada (Millones)
Asia - Pacífico	1849.9
Latinoamérica	223.6
Europa*	857
Africa*	1070
Medio Oriente*	384

TOTAL: 4384.5

()Adopción potencial*

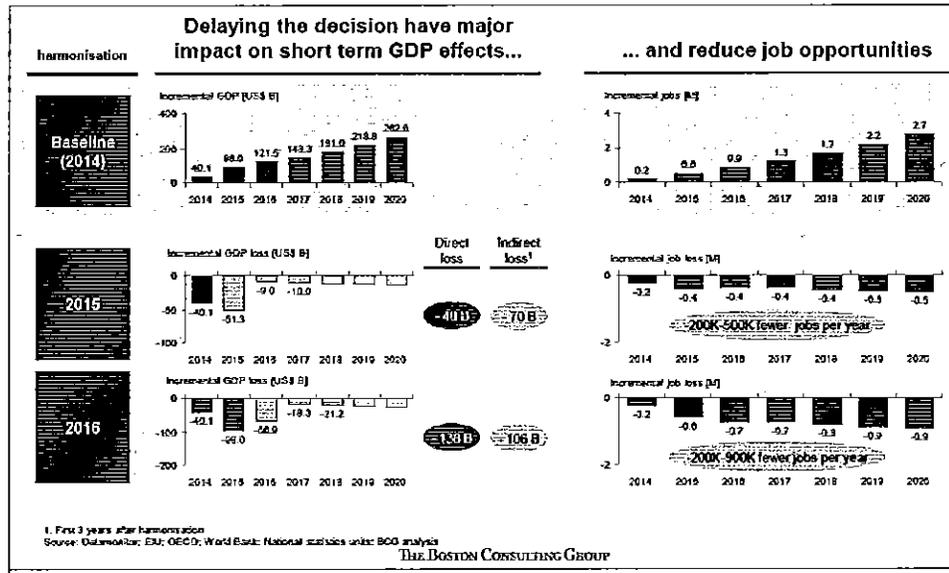
Tomando en cuenta lo anterior, se observa que si bien EUA cuenta hoy en día con un ecosistema que se ha venido desarrollando en los últimos 4 años el cual le brinda una ventaja temporal en cuanto a la cantidad de dispositivos en su mercado; observando las cifras anteriores es de anticipar que el ecosistema alrededor del plan de banda de APT traerá beneficios superiores a causa de mayores economías de escala, esto aunado a la superior eficiencia en el uso del espectro y la mayor cantidad total de MHz útiles para servicios comerciales bajo el plan de banda de APT.

Los tiempos estimados para la disponibilidad tecnológica y el desarrollo de las economías de escala globales que se prevén depende la anticipación con la que se tomen las decisiones necesarias al respecto, observando que el estado de desarrollo actual para el esquema de segmentación APT en la banda de 700 MHz, se encuentra en la etapa en la cual los desarrolladores harán sus inversiones en investigación y desarrollo de equipos, con lo cual se espera ver la aparición de los primeros equipos para demostración a los operadores a mediados o fines del año 2013.

En el mismo sentido, se considera importante decidir de forma oportuna sobre la futura utilización de la banda en cuestión, ya que con esto se contribuye a aminorar el tiempo para el desarrollo del ambiente técnico y económico para la prestación de los servicios de telecomunicaciones que requiere el país, al otorgar certidumbre a los desarrolladores de tecnología que invertirán para hacer disponible la tecnología a los operadores y usuarios en un menor tiempo y a que los eventuales operadores cuenten con el tiempo suficiente para contar con el capital requerido.

Una demora en cuanto a la decisión de la atribución de la banda par los servicios móviles, y por ende, en cuanto a su esquema de utilización, puede traducirse en pérdidas para las economías que retrasen la adopción de un esquema de uso para la banda de 700 MHz, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

Impacto por el retraso en la armonización del espectro de 700 MHz



Fuente: The Boston Consulting Group

IV. Posición de la Industria. Manufactura

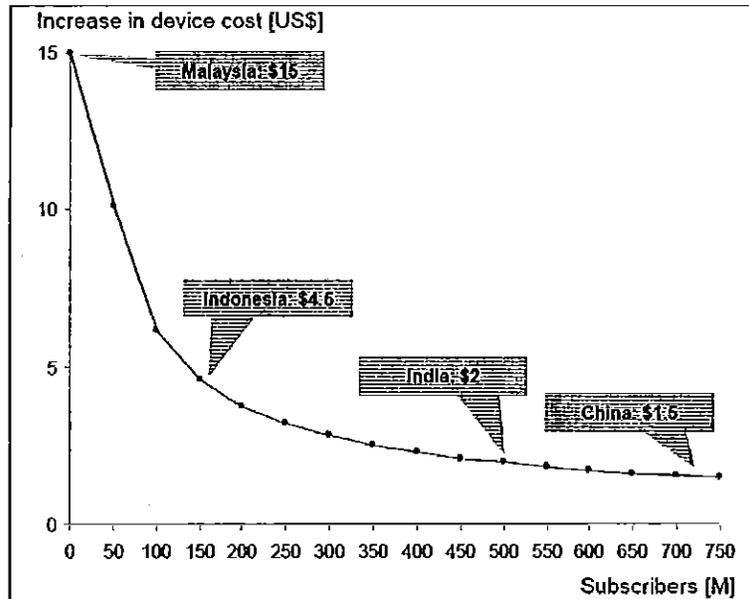
La industria de fabricantes de equipamiento para determinada tecnología, se basa primordialmente en la estandarización de cuestiones tales como:

- a) Segmentación de bandas de frecuencias.- Como ya se mencionó, la armonización de este parámetro es de alta importancia dado que de esto depende en buena parte el costo de fabricación de componentes y equipos.
- b) Estandarización de Bloques de frecuencias.- Este parámetro parte de la definición regulatoria de las frecuencias y de la compatibilidad electromagnética de tal definición. Para más información refiérase a los dictámenes técnicos correspondientes a los esquemas de frecuencias A4 y A5, donde se aborda de forma detallada esta cuestión.
- c) Complejidad en el diseño y fabricación de los dispositivos.- Debido a la fragmentación de las bandas de frecuencias operativas para comunicaciones móviles que son utilizadas en diferentes regiones del mundo, es necesario que los fabricantes contemplen en sus dispositivos la inclusión de complejos componentes para posibilitar la operación en los principales mercados del mundo.

4 Con base en lo anterior, es más deseable para los fabricantes desde el punto de vista técnico y económico que se cuente con un alto grado de homogeneidad en el uso de las frecuencias, toda vez que esto simplifica el diseño, reduce la complejidad de los dispositivos y por ende, su costo.

La falta de armonización impacta de manera importante el costo de los dispositivos, debido a que los fabricantes deben realizar desarrollos específicos para los mercados que tienen un uso particular de las frecuencias o con condiciones especiales en sus servicios.

Utilización de la banda de 700 MHz de manera no armonizada



Fuente: *The Boston Consulting Group*

Para ejemplificar lo anterior, se cita lo indicado por Qualcomm, uno de los principales fabricantes a nivel mundial de componentes de para dispositivos de comunicación móvil, el cual pone de manifiesto la complejidad en el desarrollo de este tipo de componentes, así como la presión ejercida en su desarrollo dado que este es un mercado hipercompetitivo y que cualquier fabricante u operador en el mundo requiere de alguna solución técnica, se atiende esta en función de la disponibilidad de recursos de Qualcomm, y las demandas del mercado [13].

Asimismo, desde el punto de vista de los fabricantes de los dispositivos, se enfrentan retos técnicos adicionales par el diseño y fabricación de las terminales, tales como los arreglos de antenas necesarios para soportar diversas bandas de frecuencias, sets de filtros y amplificadores de diversas características, afectaciones al tamaño y peso del equipo por añadir complejidad a los dispositivos, consumo de energía, generación de calor; afectando todo ello la calidad y costo de las terminales. [14]

Tomando en consideración todo lo anterior, se concluye que la eficiencia técnica en el uso del espectro, aunado a la mayor armonización posible, son factores clave que toman en cuenta los fabricantes para brindar desarrollo, innovación tecnológica y soporte a los sistemas de comunicaciones móviles, y tomando en cuenta las potenciales economías de escala alrededor del

plan de banda de APT, es previsible que este plan de segmentación y los estándares que se desarrollen contarán con un fuerte soporte por parte de la industria de fabricantes. Lo anterior queda manifiesto en los trabajos del 3GPP, en los cuales el desarrollo del estándar para el esquema de segmentación de APT cuenta con el soporte de los siguientes fabricantes: Alcatel-Lucent, Ericsson, HiSilicon, Huawei, KT Corporation, LG Electronics Inc, LG-Ericsson Co., Ltd., Motorola Mobility, Nokia, Nokia Siemens Networks, Qualcomm Inc., Samsung, ST-Ericsson, y ZTE.

V. Posición de la Industria. Operadores

Para los operadores resulta muy importante el desarrollo y disponibilidad tecnológica, dado que sus costos de inversión de capitales en el desarrollo de sus redes y en la adquisición de las terminales de usuario que funcionarán en sus redes son una parte muy importante dentro de su caso de negocios, especialmente el costo de las terminales, las cuales representan un alto costo para el operador toda vez que el ciclo de sustitución de terminales es cada vez menor, a causa del alto grado de competencia e innovación en el mercado de las terminales móviles. Este costo es más significativo para los segmentos de usuarios que utilizan terminales sofisticadas de gama alta.

Por lo tanto, para los operadores resulta muy importante la disponibilidad tecnológica de equipos de red y de equipos de usuario, disponibilidad que debe ser materializada en tiempos acorde con la asignación de las licencias o concesiones y con los tiempos previstos por los operadores para desplegar sus redes y lanzar sus servicios.

A manera de ejemplo, puede citarse el conflicto que existe en los EUA debido a que cierta cantidad de operadores en la banda de 700 MHz están enfrentando serios obstáculos para poder ofrecer servicios LTE mediante sus licencias en la banda de 700 MHz, principalmente a causa de la falta de dispositivos terminales que puedan funcionar en sus redes. Tal es el caso del operador *C Spire*, que cuenta con licencias en segmentos del espectro para los cuales el ecosistema no se desarrolló (en la Banda 12), afectando esto severamente su modelo de negocios e incluso colocándolo en una situación de riesgo de incumplimiento en sus compromisos de cobertura [15].

Por otro lado, desde el punto de vista de los bloques de espectro que son asignados a un operador, y ante el crecimiento en la demanda de servicios de banda ancha, los operadores deben realizar cuidadosas consideraciones en el diseño de sus modelos de negocios, a fin de que sus redes tengan la posibilidad de atender la demanda prevista durante la duración de sus concesiones.

En tal virtud, hoy en día los operadores móviles buscan contar con bloques de espectro amplios que les posibiliten utilizar tecnologías modernas que proporcionan altas tasas de transmisión a sus usuarios, lo cual se logra mediante canales de espectro continuo de al menos 10 MHz de ancho.

Lo anterior se puede lograr con facilidad y mayor flexibilidad mediante el uso del esquema APT en la banda de 700 MHz, dado que bajo este modelo es posible asignar canales desde 5 MHz hasta 20

MHz, lo que no es posible con el esquema de banda de EUA. Por tales motivos, los trabajos del 3GPP relacionados con el desarrollo del estándar LTE para el esquema de segmentación de APT en la banda de 700 MHz, son soportados por los operadores siguientes: CATT, China Mobile, ETRI, KDDI, NII Holdings, NTT DOCOMO, Telefónica S.A. y Vodafone.

En el ámbito nacional, la industria representada por la Asociación Nacional de Telecomunicaciones (en lo sucesivo "ANATEL") que está conformada por las principales unidades económicas del Sector de Telecomunicaciones en México entre las que se incluyen empresas concesionarias de servicios de telecomunicaciones, fabricantes de equipos, distribuidores, integradores, consultores, organismos de certificación y laboratorios de pruebas que representan el 90% de la industria formalmente establecida en el país, emitió un comunicado mediante el cual reconoce la importancia de la banda de frecuencias de 700MHz (698-806MHz) como un instrumento para el desarrollo de la banda ancha móvil y sugiere al Gobierno de México adoptar la opción A5 de la Recomendación M.1036-4 de la UIT-R. Asimismo, la ANATEL solicitó que la banda de 700MHz se destine al aprovechamiento en redes de telecomunicaciones móviles de banda ancha, contribuyendo con esto a satisfacer las necesidades crecientes de la población en materia de comunicaciones [16].

En el mismo sentido, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información ("CANIETI") que se integra por fabricantes de tecnologías de la información y las comunicaciones, así como por operadores de servicios públicos de telecomunicaciones, emitió un comunicado en el cual sugiere al gobierno de México adoptar la opción A5 de la Recomendación M.1036-4 de la UIT-R para la banda de frecuencias de 700MHz (698-806MHz) como un instrumento para el desarrollo de la banda ancha móvil, con dos bloques de 45MHz. Por otra parte, la CANIETI menciona una serie de beneficios considerables entre los que destacan las economías de escala que facilitarían el desarrollo de infraestructura para los operadores y la adquisición de terminales con menores costos para los usuarios [17].

4



Referencias

- [1] *The Boston Consulting Group / GSMA .- The Economic Benefits of Early Harmonisation of the Digital Dividend Spectrum & the Cost of Fragmentation in Asia-Pacific*, mayo 2012
- [2] GSMA.- 4G y el dividendo digital en América Latina. Sebastian M. Cabello. Bogotá, 12 de Junio 2012
- [3] Ericsson.- *Traffic and Market Report*. Junio 2012
- [4] *700 MHz Block A Good Faith Purchasers Alliance.- Reply comments of Petition for Rulemaking Regarding the Need for 700 MHz Mobile Equipment To Be Capable of Operating on All Paired Commercial 700 MHz Frequency Blocks*. Abril 2010
- [5] *industry Canada.- Policy and Technical Framework Mobile Broadband Services (MBS) — 700 MHz Band / Broadband Radio Service (BRS) — 2500 MHz Band*. Marzo 2012
- [6] Statistics Canada.- Population distribution as of July 1, 2011 by census division (CD), Canada.- <http://www.statcan.gc.ca/pub/91-214-x/2010000/m003-eng.htm>
- [7] Unión Internacional de Telecomunicaciones.- *Actas Finales Provisionales de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2012*. Febrero 2012.
- [8] *United States Census Bureau.- U.S. POPClock Projection* (<http://www.census.gov/population/www/popclockus.html>)
- [9] *Wikipedia.- Population of Canada by year*
http://en.wikipedia.org/wiki/Population_of_Canada_by_year
- [10] *Wikipedia.- List of Caribbean island countries by population*
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Caribbean_island_countries_by_population
- [11] *Development of APT, 700 MHz band plan*. Presentación de la XV Cumbre de Reguladores y Operadores, Regulatel, AHCJET. Julie Garcia Welch.
- [12] Central Intelligence Agency.- *The online Factbook*
(<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/vm.html>)
- [13] *Qualcomm Incorporated.- Comments In the Matter of Promoting Interoperability in the 700 MHz Commercial Spectrum. Interoperability of Mobile User Equipment Across Paired Commercial Spectrum Blocks in the 700 MHz Band*. Junio 2012
- [14] LG electronics.- *LG Opinion on 700 MHz Block A Good Faith Purchasers Alliance petition*. Junio 2010

[15] TeleGeography.- Alca-Lu avoids 700MHz with first batch of C Spire LTE equipment, 09 julio 2012 (<http://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2012/07/09/alca-lu-avoids-700mhz-with-first-batch-of-c-spire-lte-equipment/>)

[16] Asociación Nacional de Telecomunicaciones A.C.- Opinión de la ANATEL sobre la licitación de la banda de 700 MHz. 1 de marzo de 2012

[17] Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información.- Utilización de la banda de 700 MHz. 7 de marzo de 2012.

[18] U.S. Department of Commerce.- International Trade Administration - Office of Travel and Tourism Industries. 2011 United States Resident Travel Abroad
(http://tinet.ita.doc.gov/outreachpages/download_data_table/2011_US_Travel_Abroad.pdf)

[19] Statistics Canada.- Foreign direct investment positions at year-end
(<http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/120419/t120419b001-eng.htm>)

[20] Secretaría de Economía.- Estadística oficial de los flujos de IED hacia México
(<http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico>)

4



ANEXO 3

México, D.F., a 12 de septiembre de 2012

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

EVALUACIÓN DEL ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN A5 PARA LA BANDA 698-806 MHz

Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

DICTAMEN

Se recomienda la adopción del esquema de segmentación A5 para la banda de frecuencias 698-806 MHz en México, en virtud de las amplias ventajas técnicas de este plan de segmentación y el potencial desarrollo de economías de escala a nivel mundial.

- La capacidad tráfico que demandarán los futuros despliegues de aplicaciones de banda ancha móvil, sólo podrán ser satisfechos con el uso de bloques de frecuencia lo suficientemente anchos.
- El esquema A5 otorga una gran flexibilidad para la disposición de los bloques de frecuencias, cuyos anchos pueden ir desde 5 hasta 20 MHz.
- La estandarización de este esquema se encuentra en una etapa avanzada de definición y es soportada ampliamente por los miembros más relevantes del ecosistema.
- El desarrollo previsto de economías de escala cuenta con un gran potencial en todas las regiones del mundo, incluso en la región latinoamericana.
- El diseño del esquema APT garantiza una operación libre de interferencias perjudiciales entre servicios dentro de la misma banda y con servicios en bandas adyacentes.
- El diseño operativo del esquema APT, basado en dos duplexores superpuestos, permite plena interoperabilidad y una armonización global incluso en regiones donde ya se implementó un primer dividendo digital.



Luis Felipe Lucatero Govea
Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación

Contenido

I. Descripción	3
II. Estandarización.....	4
III. Disponibilidad de equipamiento.....	6
IV. Servicios de seguridad pública en el esquema A5.....	6
V. Aspectos técnicos	6
VI. Adopción a nivel internacional	9
4 Referencias	11

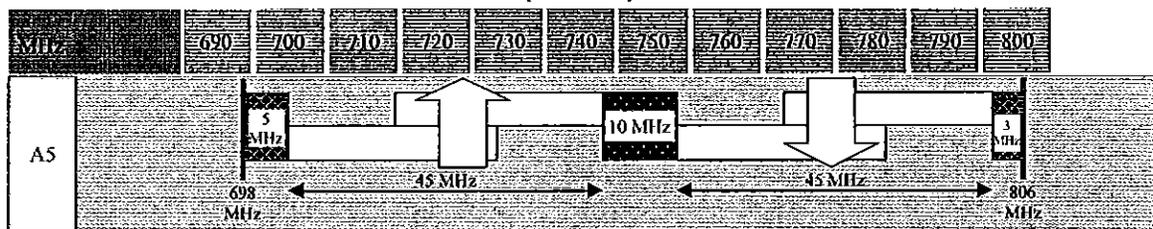


I. Descripción

La opción de segmentación "A5" para la banda 698-806 MHz de acuerdo con la Recomendación UIT-R M.1036 (3/2012) "Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identifies for IMT in the Radio Regulations (RR)" (Rec. UIT-R M.1036) y "Opción 2" de acuerdo con 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" (Rec. CCP.II/REC. 30 (XVIII-11)), contempla un arreglo de frecuencias que favorece el desarrollo e implementación de sistemas de telecomunicaciones con tecnología FDD (*Frequency Division Duplex*), con dos bloques de espectro contiguo de 45 MHz apareados que atienden la estructura convencional para el desarrollo de sistemas móviles terrestres, donde los segmentos de frecuencias bajas es utilizado para la transmisión desde las estaciones móviles hacia las estaciones base (*uplink o enlace de subida*), en tanto que las frecuencias del bloque superior son utilizadas para la transmisión desde las estaciones base hacia las estaciones móviles (*downlink o enlace de bajada*). Lo anterior, buscando compensar las restricciones en el desempeño de un sistema que representan los bajos niveles de potencia de transmisión de las terminales [1].

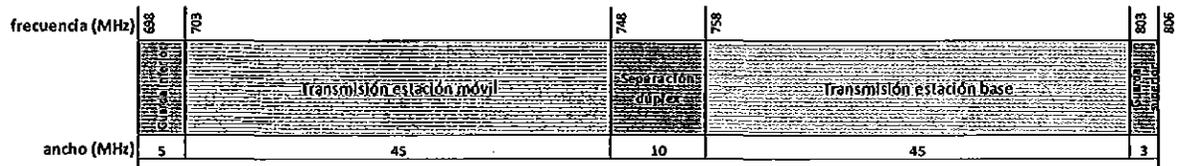
Este esquema de segmentación se complementa con un bloque de guarda de 5 MHz de espectro en la parte inferior de la banda, que facilita la implementación de los sistemas móviles y la co-existencia de servicios con aplicaciones de radiodifusión operando en la banda adyacente inferior (por debajo de 698 MHz); una banda de guarda de 10 MHz de espectro en la parte central de la banda, que aunada al uso de duplexores duales, brinda un mejor nivel de aislamiento entre los enlaces de subida y de bajada de los sistemas y optimiza las características de respuesta de los filtros en utilizados en los duplexores; en tanto que en la parte superior se contempla una banda de guarda de 3 MHz que facilitara la convivencia de los sistemas móviles terrestres dentro de la banda con los sistemas operando en la banda adyacente superior (por encima de 806 MHz).

Esquema de segmentación A5 según la Recomendación UIT-R M.1036 y CCP.II/REC. 30 (XVIII-11) de CITELE



El uso de duplexores duales está contemplado, toda vez que en un esquema de segmentación FDD como el descrito anteriormente debe buscarse un punto óptimo para el funcionamiento de los duplexores, que por un lado permitan la mayor separación y un mayor nivel de aislamiento entre los enlaces de subida y bajada; y por otro, eficientar la respuesta de los filtros utilizados y minimizar la cantidad de espectro de guarda entre los segmentos de subida y de bajada. El uso de duplexores duales es un mecanismo utilizado para eficientar el uso del espectro y son transparentes desde un punto de vista de usuario, por lo que el uso de la banda puede visualizarse como se muestra en la siguiente gráfica:

X



II. Estandarización

Los estándares técnicos son utilizados por los desarrolladores y proveedores de servicio a nivel mundial para fomentar el desarrollo de productos que les permita ofrecer servicios competitivos y beneficiarse de las economías de escala, reduciendo los costos asociados a la infraestructura y el desarrollo de dispositivos. En este sentido, la estandarización global contribuye a un rápido desarrollo y una amplia adopción tecnológica, sin ésta, la disponibilidad de dispositivos sería escasa y a precios poco competitivos en perjuicio de proveedores, desarrolladores y consumidores de servicios. Adicionalmente, la estandarización promueve y maximiza las oportunidades de innovación y frecuentemente toma en consideración la coexistencia con servicios adyacentes a efecto de optimizar su explotación [6].

En este sentido, el esquema de segmentación de frecuencias A5 es consistente con el diseño adoptado por los países de la Telecomunidad Asia-Pacífico (APT por sus siglas en inglés) para sistemas FDD. El trabajo de la Región Asia – Pacífico para el desarrollo del arreglo de frecuencias para la banda 698-806 MHz iniciaron en marzo de 2008, poco después de la CMR-07. Durante la octava reunión del APT Wireless Forum (AWF-8), con sede en Tokio, Japón, celebrada del 29 de marzo al 1 de abril de 2010, se alcanzó un consenso en relación con la estructura básica del arreglo de frecuencias para sistemas FDD en la banda; subsecuentemente, durante su novena reunión (AWF-9) con sede en Seúl Corea, celebrada del 13 al 16 de septiembre de 2010, se alcanzaron consensos sobre dos arreglos de frecuencias para sistemas IMT en la banda 698-806 MHz, tanto en FDD como en TDD.

Actualmente, el esquema de segmentación A5 es una de las alternativas de disposición de frecuencias para la implementación de las IMT en la banda 698-806 MHz, de acuerdo con lo establecido en la Rec. UIT-R M.1036 (3-2012), así como en la Rec. CCP.II/REC. 30 (XVIII-11), adoptada durante la XVIII Reunión del Comité consultivo permanente II: Radiocomunicaciones incluyendo radiodifusión (CCP.II), de la Comisión Interamericana de las Telecomunicaciones (CITEL), en la cual se recomienda a las administraciones que planeen utilizar el segmento de espectro de 698-806 MHz para la provisión de servicios móviles de banda ancha, consideren la adopción del sistema de segmentación A5 referido, habida cuenta de que el desarrollo de nuevas tecnologías que facilitaran el despliegue y mejorarán sustancialmente la capacidad de los sistemas IMT, obtienen su mayor eficiencia en la medida que sea factible la utilización de grandes bloques de espectro contiguo.

A lo anterior, deberá agregarse la reciente petición de cambio dentro de las especificaciones técnicas para el estándar LTE versión 11, presentada dentro de los grupos de trabajo del 3GPP a efecto de incluir dentro de los perfiles del estándar la banda 28, correspondiente con el arreglo de frecuencias A5 de la Rec. UIT-R M.1036 (3-2012) y que se ilustra en la siguiente tabla [7][8].

Análisis y evaluación del esquema de segmentación A5

Bandas operativas contempladas por el 3GPP [7]					
E-UTRA Banda Operativa	Banda operativa de subida (UL)		Banda operativa de bajada (DL)		Modo Dúplex
	Base (BS) recibe		Base (BS) transmite		
	Terminal de usuario (UE) transmite		Terminal de usuario (UE) recibe		
	$F_{UL\ low}$	$F_{UL\ high}$	$F_{DL\ low}$	$F_{DL\ high}$	
1	1920 MHz	1980 MHz	2110 MHz	2170 MHz	FDD
2	1850 MHz	1910 MHz	1930 MHz	1990 MHz	FDD
3	1710 MHz	1785 MHz	1805 MHz	1880 MHz	FDD
4	1710 MHz	1755 MHz	2110 MHz	2155 MHz	FDD
5	824 MHz	849 MHz	869 MHz	894 MHz	FDD
6 ¹	830 MHz	840 MHz	875 MHz	885 MHz	FDD
7	2500 MHz	2570 MHz	2620 MHz	2690 MHz	FDD
8	880 MHz	915 MHz	925 MHz	960 MHz	FDD
9	1749.9 MHz	1784.9 MHz	1844.9 MHz	1879.9 MHz	FDD
10	1710 MHz	1770 MHz	2110 MHz	2170 MHz	FDD
11	1427.9 MHz	1447.9 MHz	1475.9 MHz	1495.9 MHz	FDD
12	699 MHz	716 MHz	729 MHz	746 MHz	FDD
13	777 MHz	787 MHz	746 MHz	756 MHz	FDD
14	788 MHz	798 MHz	758 MHz	768 MHz	FDD
15	Reservada		Reservada		FDD
16	Reservada		Reservada		FDD
17	704 MHz	716 MHz	734 MHz	746 MHz	FDD
18	815 MHz	830 MHz	860 MHz	875 MHz	FDD
19	830 MHz	845 MHz	875 MHz	890 MHz	FDD
20	832 MHz	862 MHz	791 MHz	821 MHz	FDD
21	1447.9 MHz	1462.9 MHz	1495.9 MHz	1510.9 MHz	FDD
22	3410 MHz	3490 MHz	3510 MHz	3590 MHz	FDD
23	2000 MHz	2020 MHz	2180 MHz	2200 MHz	FDD
24	1626.5 MHz	1660.5 MHz	1525 MHz	1559 MHz	FDD
25	1850 MHz	1915 MHz	1930 MHz	1995 MHz	FDD
26	814 MHz	849 MHz	859 MHz	894 MHz	FDD
28	703 MHz	748 MHz	758 MHz	803 MHz	FDD
...					
33	1900 MHz	1920 MHz	1900 MHz	1920 MHz	TDD
34	2010 MHz	2025 MHz	2010 MHz	2025 MHz	TDD
35	1850 MHz	1910 MHz	1850 MHz	1910 MHz	TDD
36	1930 MHz	1990 MHz	1930 MHz	1990 MHz	TDD
37	1910 MHz	1930 MHz	1910 MHz	1930 MHz	TDD
38	2570 MHz	2620 MHz	2570 MHz	2620 MHz	TDD
39	1880 MHz	1920 MHz	1880 MHz	1920 MHz	TDD
40	2300 MHz	2400 MHz	2300 MHz	2400 MHz	TDD

Continuación



Bandas operativas contempladas por el 3GPP [7]					
E-UTRA Banda Operativa	Banda operativa de subida (UL)		Banda operativa de bajada (DL)		Modo Dúplex
	Base (BS) recibe		Base (BS) transmite		
	Terminal de usuario (UE) transmite		Terminal de usuario (UE) recibe		
	$F_{UL\ low}$	$F_{UL\ high}$	$F_{DL\ low}$	$F_{DL\ high}$	
41	2496 MHz	2690 MHz	2496 MHz	2690 MHz	TDD
42	3400 MHz	3600 MHz	3400 MHz	3600 MHz	TDD
43	3600 MHz	3800 MHz	3600 MHz	3800 MHz	TDD
44	703 MHz	803 MHz	703 MHz	803 MHz	TDD

NOTA 1: La Banda 6 no es aplicable

III. Disponibilidad de equipamiento

No existe disponibilidad de equipamiento para este esquema de segmentación en la actualidad, sin embargo, y dado que actualmente están en proceso de aprobación los estándares para la definición de las especificaciones técnicas de los equipos que hagan uso de este esquema de segmentación, los desarrollos tecnológicos comerciales se proyectan para finales de 2012.

Lo anterior, es fuertemente impulsado por las actividades al interior de los grupos de trabajo del 3GPP, en respuesta a la solicitud de inclusión de la banda 28 dentro de los perfiles del estándar para LTE versión 11 recientemente presentados para su aprobación.

IV. Servicios de seguridad pública en el esquema A5

Dentro del esquema de segmentación A5 no se identifica una porción particular de espectro para su utilización por algún servicio determinado, como es el caso de la segmentación A4, que por definición identifica bloques de espectro para su utilización exclusiva en servicios de seguridad pública.

La segmentación A5 ofrece la suficiente flexibilidad para que cada administración decida la atribución particular que deberá establecerse, incluso si se opta por una atribución para servicios de seguridad pública, ya que el equipamiento que se desarrolle bajo este esquema de segmentación podrá operar en cualquier parte de la banda evitando así que los proveedores de equipos capturen comercialmente a las agencias de seguridad pública por medio de tecnologías propietarias y que por el contrario, puedan verse beneficiadas de las economías de escala de los equipos comerciales.

V. Aspectos técnicos

Condiciones para banda ancha

Tecnologías modernas como LTE, basan sus características de funcionamiento y eficiencia espectral en el uso canales con ancho de banda mayor que las tecnologías actuales, lo que les

permite ofrecer mayores velocidades de transmisión y capacidades de tráfico que satisfagan las demandas de los usuarios para servicios de banda ancha intensivos y ricos en contenido. En tal sentido, y a efecto de estar en condiciones de atender las demandas previstas para servicios de banda ancha, debe procurarse que las asignaciones de espectro contiguo para este tipo de aplicaciones sean lo suficientemente amplios que permitan explotar al máximo las bondades tecnológicas y atender las necesidades futuras de tráfico de las redes de banda ancha, por lo que dichas asignaciones deben ser consideradas en bloques de mínimo 2 X 10 MHz [6].

En tal sentido, el arreglo de frecuencias A5 corresponde a un esquema de segmentación para tecnologías FDD con dos segmentos de espectro contiguos y apareados de 45 MHz; el segmento de frecuencias bajo (703-748 MHz), utilizado convencionalmente para la transmisión desde el equipo terminal hacia la estación base, y el segmento de frecuencias altas (758-803 MHz) para la transmisión desde las estaciones base hacia las terminales móviles.

El contar con dos bloques de espectro continuo de 45 MHz, brinda una mayor flexibilidad para el uso del espectro y la adopción de esquemas de canalización que permitan la provisión de servicios de banda ancha de alta capacidad, toda vez que permite contar con espectro suficiente para estructurar tamaños de canal adecuados que permitan atender las demandas futuras de capacidad en los servicios, y explotar al máximo las bondades tecnológicas actuales enfocadas en facilitar el despliegue y mejorar de manera sustantiva la capacidad de los sistemas IMT, las cuales obtienen su mayor eficiencia en la medida que es factible la utilización de grandes bloques de espectro contiguo[2], y que de acuerdo con los perfiles de desarrollo actuales para LTE, se estima tamaños de canal máximo de hasta 20 MHz [4][5].

Por otro lado, y desde un punto de vista de mercado, el contar con segmentos de espectro contiguo de 45 MHz, brinda la posibilidad real, de contar con una gran flexibilidad para permitir la asignación de espectro con canales de 10 MHz de ancho de banda o más, por ejemplo, se posibilitaría la entrada de tres operadores con portadoras de 10 MHz, más otro con portadora de 15 MHz, o bien de hasta tres proveedores de servicios de telecomunicaciones con portadoras de 2x15 MHz, o de hasta dos operadores con portadoras de 20 MHz cada uno; todos ellos con facilidades de interconexión, interoperabilidad y roaming, minimizando la complejidad de los desarrollos y las consideraciones de coordinación e interoperabilidad de sistemas dentro de la misma banda, y con los beneficios inherentes para cada uno de los jugadores dentro del mercado: operadores, desarrolladores y usuarios finales de los servicios.

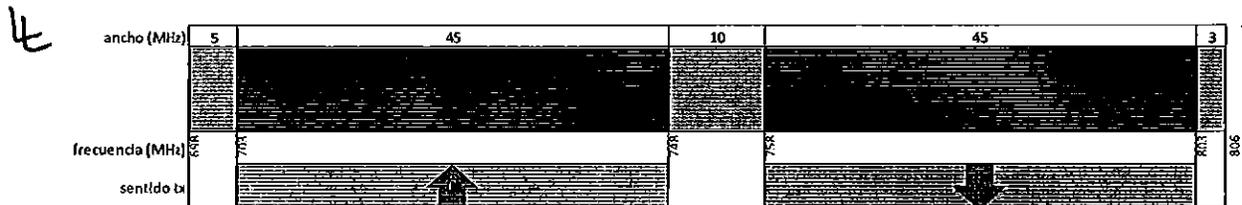
Compatibilidad Electromagnética

La compatibilidad electromagnética puede entenderse, como la capacidad de convivencia de sistemas electromagnéticos similares o diferentes dentro de un mismo entorno, de tal manera que cada uno de ellos sea capaz de funcionar de manera óptima sin degradar el funcionamiento de los demás. En este sentido puede inferirse, que cuanto más diferentes sean los sistemas mayor complejidad implicara su convivencia, en primer lugar debido a las características propias de cada sistema (potencias, anchos de banda, tecnologías... etc.), y en segundo lugar, por los mecanismos o costos asociados en los que podrían incurrir los desarrolladores de equipo y los operadores a efecto de lograr su convivencia.

En materia de radiocomunicaciones, cuyo insumo fundamental es el espectro radioeléctrico y cuya base de funcionamiento es la propagación de ondas electromagnéticas, el mecanismo natural para lograr la compatibilidad de sistemas, es la asignación de frecuencias específicas y en medida de lo posible de manera exclusiva para la provisión de servicios similares, habida cuenta de que a mayor divergencia en sus características, mayores complejidades implicara su convivencia. Por ejemplo, la asignación de la banda de 700 MHz para la provisión de servicios similares permite que el número de bandas que un dispositivo deba soportar se reduzca, facilitando su diseño, acelerando su disponibilidad y reduciendo de manera significativa su costo asociado debido a las economías de escala que surgen como resultado del uso de bandas de espectro armonizadas.

En tal sentido, el uso exclusivo de espectro por servicios similares debe ser recomendado y preferido, toda vez que es la mejor opción desde un punto de vista económico y permite el rápido desarrollo de servicios beneficiando a todas las partes involucradas: proveedores, desarrolladores y consumidores. Por otro lado, en un ambiente de compartición de espectro, el recurso se hace disponible sobre una base de etiquetas técnicas o regulaciones que imponen límites de explotación: potencia, separación geográfica, y consideraciones adicionales tendientes a mitigar interferencias potenciales y que limitan su explotación óptima. Cuando estos esquemas de uso son analizados, deben sopesarse características tales como la viabilidad de uso, soporte tecnológico, y un adecuado conocimiento del ambiente operativo antes de su implementación, toda vez que podría tener un impacto adverso y directo sobre: proveedores, desarrolladores, consumidores, y en general sobre la economía, al no permitir maximizar los beneficios de su uso.

El esquema de segmentación A5, ofrece las condiciones necesarias para una explotación eficiente de espectro si consideramos su asignación para la provisión de un mismo servicio, toda vez que permite la explotación total de dos bloques de espectro continuo de 45 MHz, los cuales pueden ser utilizados para la provisión de servicios de banda ancha de alta capacidad, permite diferentes opciones de canalización y tamaños de canal, con mínimos requerimientos de coordinación en los bordes de cada segmento, lo cual puede apreciarse en la siguiente gráfica:



Por otro lado, la operación de los sistemas dentro de la banda son protegidos contra posibles afectaciones de servicios adyacentes al estar consideradas dos bandas de guarda de 5 y 3 MHz de espectro en el límite inferior y superior de la banda respectivamente; en tanto que en la parte central se establece un segmento de guarda de 10 MHz entre los segmentos de subida y de bajada de los sistemas, lo cual viene a ser reforzado el uso de duplexores duales que permitirán incrementar el nivel de aislamiento entre bloques de subida y bajada para un mismo sistema.

Neutralidad Tecnológica

El esquema de segmentación A5, al contar únicamente con dos grandes bloques de 45 MHz cada uno, resulta ideal para el despliegue de tecnologías de banda ancha, toda vez que tal flexibilidad

X

se traduce en que es posible asignar bloques de espectro con anchos de banda diferentes; dando lugar a una gran variedad de combinaciones de bloques de frecuencias, con bloques desde 5 MHz hasta 20 MHz de ancho para el despliegue de servicios de banda ancha.

Asimismo, el esquema de segmentación A5 no identifica espectro para alguna aplicación o tecnología en particular, lo que dota de flexibilidad a las administraciones para que en caso de así requerirlo, puedan adjudicar espectro para servicios de banda ancha dentro del plan de segmentación A5 para las aplicaciones que determinen (cobertura social, seguridad pública, uso comercial, servicios públicos, etc.).

En el mismo sentido, el diseño del plan de segmentación A5 permite que las tecnologías de banda ancha, como por ejemplo LTE, puedan ser interoperables a lo largo de toda la banda, evitando que se desarrollen ecosistemas aislados y con desarrollos propietarios no interoperables. Con la utilización del esquema de segmentación A5 se asegura un entorno de variedad de opciones a elegir entre desarrolladores y proveedores de equipos de red y terminales de banda ancha.

Con lo anterior, se asegura que la neutralidad tecnológica se mantenga en cuanto al uso de la banda 698-806 MHz, al no predisponer el uso del espectro para ningún tipo particular de ecosistema teniendo en cuenta únicamente el criterio de utilización para aplicaciones de banda ancha.

VI. Adopción a nivel internacional

4 Actualmente, dentro del grupo de estandarización 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*), ha sido presentada la *petición de cambio (change request)* dentro de las especificaciones técnicas para la interfaz aérea de LTE versión 11, a efecto de que se incluya y se considere el perfil de desarrollo para la banda 28 (APT, 703-748/758-803 MHz) de sistemas FDD, petición respaldada por operadores y desarrolladores como: Alcatel-Lucent, CATT, China Mobile, Ericsson, ETRI, HiSilicon, Huawei, KDDI, KT Corporation, LG Electronics Inc, LG-Ericsson Co., Ltd., Motorola Mobility, NII Holdings, Nokia, Nokia Siemens Networks, NTT DOCOMO, Qualcomm Inc., Samsung, ST-Ericsson, Telefónica S.A., Vodafone, ZTE, lo cual indudablemente tendrá un impacto que favorecerá el desarrollo de dispositivos e infraestructura para este plan de segmentación de la banda [7][8].

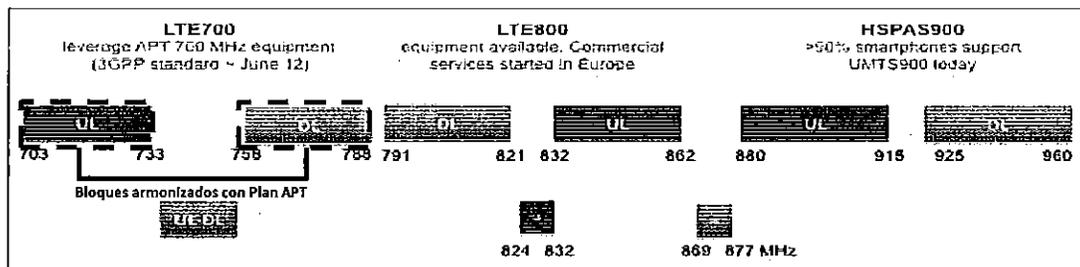
Entre los países que hasta el momento han adoptado el esquema de segmentación de la Telecomunidad Asia- Pacífico (APT) se encuentran: Australia, Japón, Corea, India, Taiwán, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Tonga, en tanto que en países como Indonesia, Singapur, Tailandia y Vietnam, se prevé su adopción en un futuro cercano [9].

La escala del mercado de Asia Pacífico, con cerca de dos tercios de la población mundial, tendrá un impacto significativo y determinante en desarrollo de las economías de escala para el desarrollo de dispositivos e infraestructura acorde con el plan de segmentación APT, esto sin contar los efectos favorables que la adopción de este plan de segmentación en otras partes o regiones del mundo pueda representar.

En cuanto a los países de Europa, que tienen una alta ocupación de servicios de radiodifusión en la banda de 700 MHz, se ha otorgado un periodo hasta el año 2015, a fin de permitir la conclusión de los estudios de compatibilidad entre servicios y dar así lugar a su proceso de liberación de un segundo dividendo digital que se sumaría al primer dividendo digital de esa región en la banda de 800 MHz.

Lo anterior, abre el camino para la armonización de las bandas 700, 800 y 900 MHz, que es hoy en día uno de los objetivos que más se persiguen en el mundo para beneficiarse de las economías de escala, esto gracias al diseño operativo de la segmentación APT, basado en dos duplexores superpuestos de 30+30 MHz que se inserta perfectamente en el esquema europeo.

Posible esquema de armonización de las bandas de frecuencias 700, 800 y 900 MHz en Europa



Fuente: UIT

Asimismo, diversos países latinoamericanos han expresado públicamente su preferencia o adopción de la opción A5 para la segmentación de la banda 698-806 MHz. A continuación se hace referencia a dichos países, así como al mecanismo o instrumento mediante el cual dicha posición ha sido manifestada.

Argentina

La posición pública de este país quedó de manifiesto en la propuesta presentada en la XVIII reunión del CCP.II de la CITELE celebrada en noviembre de 2011. Mediante dicha propuesta, la delegación argentina planteó la actualización de las canalizaciones consideradas para la banda de 700 MHz en la región americana, de tal forma que se emitiera una Recomendación que incluyera la segmentación A5, en sustitución de la Recomendación CCP.II/REC. 18 (VII-06), hasta entonces vigente, misma que sólo contemplaba la segmentación estadounidense.

Con base en la propuesta argentina, el CCP.II de la CITELE adoptó la Recomendación CCP.II/REC. 30 (XVIII-11).

Colombia

A través del portal de difusión del Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones, el 30 de mayo de 2012 se emitió un comunicado conjunto entre dicho Ministerio y la Agencia Nacional del Espectro, mediante el cual se indica que a finales del presente año iniciará el proceso

X

de otorgamiento del espectro ubicado en la banda de 700 MHz y se anuncia que en dicho país se adoptará el estándar de canalización propuesto por la *Asia-Pacific Telecommunity* (APT).

Chile

En el Informe Sectorial emitido por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, se indica que se llevará a cabo un nuevo concurso de espectro en la banda de 700 MHz, bajo el modelo de canalización de Asia-Pacífico.

Lo anterior también formó parte del discurso inaugural para el Día Mundial de las Telecomunicaciones del Ministro Transportes y Telecomunicaciones de ese país, Pedro Pablo Kuczynski.

Costa Rica

Mediante oficio 1232-SUTEL-2012 de fecha 29 de marzo de 2012 de la Superintendencia de Telecomunicaciones de ese país, el Consejo de dicha entidad emite el estudio técnico sobre la canalización óptima de la banda de 700 MHz para servicios IMT y recomienda al Ministerio del Ambiente Energía y Telecomunicaciones, se adopte el uso de la banda de 700 MHz bajo la canalización propuesta por APT en el esquema FDD, con el fin de que dicha banda sea reservada para usos IMT.

4

Referencias

1. Recommendation UIT-R M.1036 (3/2012), "Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identifies for IMT in the Radio Regulations (RR)".
2. 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".
3. REPORT ITU-R M.2241 (11/2011), Compatibility studies in relation to Resolution 224 in the bands 698-806 MHz AND 790-862 MHz.
4. ETSI TS 136 101 V10.6.0 (2012-03); LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (3GPP TS 36.101 version 10.6.0 Release 10).
5. ETSI TS 136 104 V10.6.0 (2012-03); LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (3GPP TS 36.101 version 10.6.0 Release 10).
6. 4G Americas. "The benefits of using LTE in digital dividend spectrum".
7. Change request 36.101 CR 1231. Introduction of APAC700 (FDD) into TS 36.101
8. Change request 36.104 CR 286. Introduction of APAC700 (FDD) into TS 36.104
9. Development of APT, 700 MHz band plan. Presentation de la XV Cumbre de Reguladores y Operadores, Regulatel, AHCET. Julie Garcia Welch.
10. Agencia Nacional de Espectro (ANE), Colombia. "Documento de consulta pública sobre las consideraciones técnicas en el uso de las banda del dividendo digital".

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

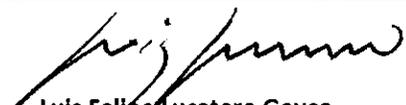
EVALUACIÓN DEL ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN A4 PARA LA BANDA 698-806 MHz

Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

DICTAMEN

No se recomienda la adopción en el territorio nacional del esquema de segmentación A4 para la banda de frecuencias 698-806 MHz, dadas las ineficiencias técnicas de este plan de segmentación y el desequilibrio observado en los desarrollos tecnológicos y en los mercados actuales.

- El esquema A4 otorga poca flexibilidad para el dimensionamiento del ancho de los canales de espectro.
- La eficiencia espectral que otorgan las tecnologías de banda ancha sólo podrían aprovechar canales pareados de hasta 10 MHz, pero no mayores.
- No existe estandarización para sistemas de banda ancha móviles en algunas partes de la banda (bloques D y E).
- El desarrollo de economías de escala locales sólo se presenta en las bandas 3GPP 13 y 17, sin desarrollo en banda 12. Por esta razón, el mercado de servicios comerciales móviles sólo se ha desarrollado de forma importante en 44 MHz de los 108 MHz de la banda (bandas 13 y 17).
- Alto riesgo de interferencias perjudiciales entre servicios dentro de la misma banda y con servicios en bandas adyacentes.
- No existe interoperabilidad entre las diferentes clases de bandas definidas por 3GPP por limitaciones de las tecnologías actualmente disponibles.
- Adopción limitada a nivel internacional, con una baja expectativa de desarrollo de economías de escala globales.



Luis Felipe Lucatero Govea
Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación

Contenido del estudio

I.	Descripción	3
II.	Estandarización.....	4
III.	Disponibilidad de equipamiento.....	6
IV.	Despliegue de redes comerciales	7
V.	Despliegue de redes de seguridad pública.	10
VI.	Aspectos técnicos	12
VII.	Conflictos de interoperabilidad dentro de EUA.....	19
VIII.	Adopción a nivel internacional	21
	• Referencias	22

4

X

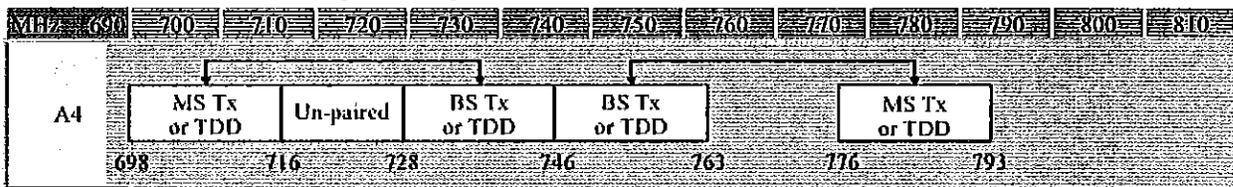
I. Descripción

La opción canalización A4 especificada en la Recomendación UIT-R M.1036 [1], es una disposición de frecuencias que es consistente con el plan de banda adoptado por los Estados Unidos de América (en lo sucesivo "EUA"), Canadá y con la "Opción 1" especificada por la CITELE 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" (Rec. CCP.II/REC. 30 (XVIII-11)) [2].

Para el caso de aplicaciones IMT (*International Mobile Telecommunications*, por sus siglas en inglés) la Recomendación UIT-R M.1036 especifica dos bloques para uso FDD (*Frequency Division Duplex*) y un bloque para uso TDD (*Time Division Duplex*).

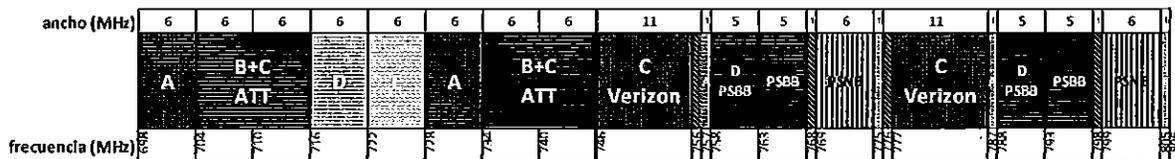
Para efectos de la recomendación citada, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (en lo sucesivo "UIT") no consideró los bloques 763-776 MHz y 793-806 MHz, lo cual obedece a que dentro de estos bloques se han dispuesto para el caso de lo EUA tecnologías que no son IMT.

Arreglo A4 según la Recomendación UIT-R M.1036



En la gráfica siguiente se muestra de manera detallada el esquema de segmentación adoptado por los EUA, en el cual se observa su equivalencia con el esquema A4 especificado en la Recomendación UIT-R M.1036 para aplicaciones IMT, conforme a lo siguiente:

Arreglo específico para la banda 698-806 MHz adoptado por EUA



Cuadro comparativo entre el esquema A4 y el esquema de EUA para la banda 698-806 MHz				
Segmento	Esquema A4	Esquema EUA	Banda 3GPP	Nota
698-716 MHz	MS Tx or TDD	Bloques A, B y C	Bandas 12 y 17	Transmisión del Móvil
716-728 MHz	Un-paired	Bloques D y E	N/A	Bloques no pareados
728-746 MHz	BS Tx or TDD	Bloques A, B y C	Bandas 12 y 17	Transmisión de la Base
746-763 MHz	BS Tx or TDD	Bloques C y D superiores	Banda 13 y parte de banda 14	Transmisión de la Base
763-776 MHz	N/A	Bloques para seg. Pública	Parte de banda 14	1 Bloque para Banda ancha y 1 bloque para banda angosta
776-793 MHz	MS Tx or TDD	Bloques C y D superiores	Banda 13 y parte de banda 14	Transmisión del Móvil

793-806 MHz	N/A	Bloques para seg. Pública	Parte de banda 14	1 Bloque para Banda ancha y 1 bloque para banda angosta
-------------	-----	---------------------------	-------------------	---

II. Estandarización

La segmentación de la banda 698-806 MHz, conforme a lo especificado en la recomendación UIT-R M.1036 de la UIT, es una base a partir de la cual los órganos de estandarización de tecnologías desarrollan de manera detallada las especificaciones técnicas para las tecnologías de acceso inalámbrico que soportan.

En este sentido, el organismo 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*, por sus siglas en inglés) es el cuerpo de estandarización integrado por miembros de la industria mundial de las telecomunicaciones móviles, agrupando principalmente a fabricantes de equipos de red, de terminales y a operadores. Este organismo define la evolución de los actuales estándares tecnológicos empleados por la mayoría de las redes móviles hacia estándares de prestaciones superiores que cubren o superan los requerimientos mínimos definidos por la UIT para las tecnologías IMT, y posibilitar la evolución de tecnologías como GSM, W-CDMA o HSPA hacia el estándar convergente LTE.

En cuanto a las especificaciones del 3GPP para la interfaz de acceso de radio, este organismo ha definido diversas "clases de bandas" para las cuales se desarrollan los estándares, las cuales son definidas con base en los trabajos técnicos del 3GPP tomando en cuenta las alternativas viables para asegurar la operación eficiente de las tecnologías soportadas. Asimismo, la definición de las bandas de frecuencias operativas depende también de las frecuencias disponibles para su utilización en las diversas regiones o países del mundo.

Las clases de bandas definidas hasta ahora por el 3GPP incluyen configuraciones de bandas que han venido operando desde hace varios años, así como las nuevas bandas y segmentaciones que han definido organismos como la UIT.

En la siguiente tabla, se muestran las bandas definidas hasta el momento por el 3GPP, destacando aquellas bandas que se encuentran dentro del segmento 698-806 MHz que son operativas en el esquema de frecuencias A4:

4

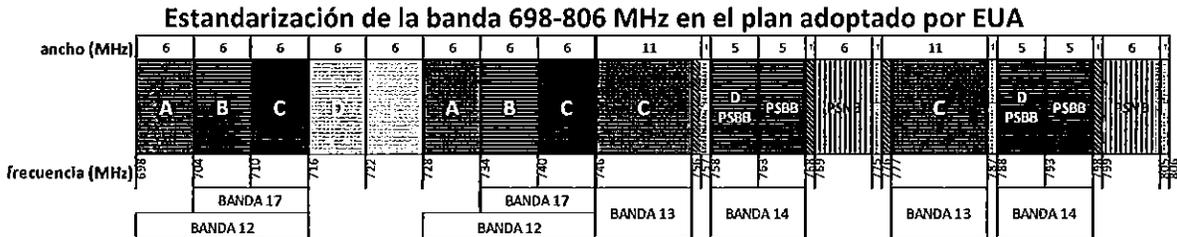
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN A4

Bandas operativas contempladas por el 3GPP [3]							
E-UTRA Banda Operativa	Banda operativa de subida (UL)			Banda operativa de bajada (DL)		Modo Dúplex	
	Base (BS) recibe		Terminal de usuario (UE) transmite	Base (BS) transmite			
	Terminal de usuario (UE) transmite			Terminal de usuario (UE) recibe			
	$F_{UL\ low}$	$F_{UL\ high}$		$F_{DL\ low}$	$F_{DL\ high}$		
1	1920 MHz	–	1980 MHz	2110 MHz	–	2170 MHz	FDD
2	1850 MHz	–	1910 MHz	1930 MHz	–	1990 MHz	FDD
3	1710 MHz	–	1785 MHz	1805 MHz	–	1880 MHz	FDD
4	1710 MHz	–	1755 MHz	2110 MHz	–	2155 MHz	FDD
5	824 MHz	–	849 MHz	869 MHz	–	894 MHz	FDD
6 ¹	830 MHz	–	840 MHz	875 MHz	–	885 MHz	FDD
7	2500 MHz	–	2570 MHz	2620 MHz	–	2690 MHz	FDD
8	880 MHz	–	915 MHz	925 MHz	–	960 MHz	FDD
9	1749.9 MHz	–	1784.9 MHz	1844.9 MHz	–	1879.9 MHz	FDD
10	1710 MHz	–	1770 MHz	2110 MHz	–	2170 MHz	FDD
11	1427.9 MHz	–	1447.9 MHz	1475.9 MHz	–	1495.9 MHz	FDD
12	699 MHz	–	716 MHz	729 MHz	–	746 MHz	FDD
13	777 MHz	–	787 MHz	746 MHz	–	756 MHz	FDD
14	788 MHz	–	798 MHz	758 MHz	–	768 MHz	FDD
15	Reservada			Reservada			FDD
16	Reservada			Reservada			FDD
17	704 MHz	–	716 MHz	734 MHz	–	746 MHz	FDD
18	815 MHz	–	830 MHz	860 MHz	–	875 MHz	FDD
19	830 MHz	–	845 MHz	875 MHz	–	890 MHz	FDD
20	832 MHz	–	862 MHz	791 MHz	–	821 MHz	FDD
21	1447.9 MHz	–	1462.9 MHz	1495.9 MHz	–	1510.9 MHz	FDD
22	3410 MHz	–	3490 MHz	3510 MHz	–	3590 MHz	FDD
23	2000 MHz	–	2020 MHz	2180 MHz	–	2200 MHz	FDD
24	1626.5 MHz	–	1660.5 MHz	1525 MHz	–	1559 MHz	FDD
25	1850 MHz	–	1915 MHz	1930 MHz	–	1995 MHz	FDD
26	814 MHz	–	849 MHz	859 MHz	–	894 MHz	FDD
28	703 MHz	–	748 MHz	758 MHz	–	803 MHz	FDD
...							
33	1900 MHz	–	1920 MHz	1900 MHz	–	1920 MHz	TDD
34	2010 MHz	–	2025 MHz	2010 MHz	–	2025 MHz	TDD
35	1850 MHz	–	1910 MHz	1850 MHz	–	1910 MHz	TDD
36	1930 MHz	–	1990 MHz	1930 MHz	–	1990 MHz	TDD
37	1910 MHz	–	1930 MHz	1910 MHz	–	1930 MHz	TDD
38	2570 MHz	–	2620 MHz	2570 MHz	–	2620 MHz	TDD
39	1880 MHz	–	1920 MHz	1880 MHz	–	1920 MHz	TDD
40	2300 MHz	–	2400 MHz	2300 MHz	–	2400 MHz	TDD
41	2496 MHz		2690 MHz	2496 MHz		2690 MHz	TDD
42	3400 MHz	–	3600 MHz	3400 MHz	–	3600 MHz	TDD
43	3600 MHz	–	3800 MHz	3600 MHz	–	3800 MHz	TDD
44	703 MHz	–	803 MHz	703 MHz	–	803 MHz	TDD

NOTA 1: La Banda 6 no es aplicable

De la tabla anterior, se destacan las bandas definidas por el 3GPP dentro del segmento 698-806 MHz para operar bajo el esquema A4 y que son acordes con el plan de segmentación adoptado por los EUA:

- **Banda 12:** Banda definida para el plan de segmentación de los EUA, para servicios comerciales.
- **Banda 13:** Banda definida para el plan de segmentación de los EUA, para servicios comerciales.
- **Banda 14:** Banda definida para el plan de segmentación de los EUA, en el espectro adjudicado para aplicaciones de seguridad pública de banda ancha.
- **Banda 17:** Banda definida para el plan de segmentación de los EUA, para servicios comerciales.



III. Disponibilidad de equipamiento

Para sistemas móviles de banda ancha en la banda de 700 MHz, se encuentra disponible una amplia cantidad de dispositivos que operan primordialmente en las bandas 13 y banda 17 del plan de los EUA, en mucha menor medida para la banda 14, y un desarrollo muy marginal para dispositivos en la banda 12; destacando que debido a que estas bandas de frecuencia no son interoperables entre sí, es necesario desarrollar dispositivos para operar de manera exclusiva en alguna de las bandas antes mencionadas, adicional a las otras bandas operativas para servicios CDMA, HSPA, GSM, AWS, etc.

Para el caso del ecosistema de dispositivos LTE operativos en alguna de las bandas definidas por el 3GPP para la banda de 700 MHz, al mes de abril pasado se contaba con un total de 170 dispositivos de usuario para operar en las bandas 12, 13, 14 y 17; todos ellos para operación en modo FDD, mientras que para el caso de sistemas TDD no se cuenta hasta el momento con ningún dispositivo para operación en este modo.

Dispositivos operativos en la banda de 700 MHz para las principales redes comerciales en EUA		
Operador	Cantidad de equipo usuario	Banda Operativa
Verizon Wireless	98	Banda 13
AT&T mobility	14	Banda 17
US Celular	3	Banda 12
MetroPCS	4	Banda 12

IV. Despliegue de redes comerciales

En cuanto al despliegue de redes comerciales de banda ancha en la banda de 700 MHz, se observa que el desarrollo se ha concentrado principalmente en los Estados Unidos con redes operando a nivel nacional en las bandas 13 y 17, con presencia mucho menor de operadores con redes regionales y locales operando en banda 12, o bien bajo esquemas en los cuales los grandes operadores arrendan espectro a operadores menores para despliegue de servicios.

Operador	Banda (MHz)	Cobertura (% pob.)	Cant. MHz	Bloque en plan de EUA	Banda 3GPP equivalente
AT&T	716-722	79	6	Bloque D	n/a
AT&T	722-728	23.8	6	Bloque E	n/a
AT&T (antes Cingular)	710-716/740-746	60	6+6	Bloque C	banda 17
AT&T (antes Cingular)	704-710/ 734-740	62	6+6	Bloque B	
Cavalier	710-716/740-746	0.08	6+6	Bloque C	Banda 12
Cavalier	698-704/ 728-734	0.078	6+6	Bloque A	Banda 12
CenturyTel Broadband Wireless	698-704/ 728-734	6.1	6+6	Bloque A	Banda 12
Cox Communications	698-704/ 728-734	6.7	6+6	Bloque A	Banda 12
DataComm Wireless	710-716/740-746	4	6+6	Bloque C	Banda 12
Frontier Wireless	722-728 MHz	76.1	6	Bloque E	Banda 12
Leap Wireless	722-728/ 698-704	2.0	10+10	Bloque A, E	Banda 12
Metro PCS	698-704/ 728-734	2.8	6+6	Bloque A	Banda 12
Verizon	698-704/ 728-734	68	6+6	Bloque A	Banda 12
Verizon	746-757/ 776-787	98.3	11+11	Bloque C alto	Banda 13

En términos de población atendida mediante las de licencias de espectro en la banda de 700 MHz, se observa lo siguiente en términos de MHz/POP¹:

4

Licenciario	Porcentaje
Verizon Wireless	42.80%
AT&T	24.40%
MetroPCS	0.50%
US Cellular	2.80%
Otros	29.50%

Conforme a la información anterior, se observa que los operadores AT&T y Verizon son los que cuentan con la mayor cobertura en términos de población y con la mayor cantidad de espectro en la banda de 700 MHz, mientras que los demás operadores poseen licencias con porcentajes de cobertura y espectro muy por debajo de los anteriormente citados.

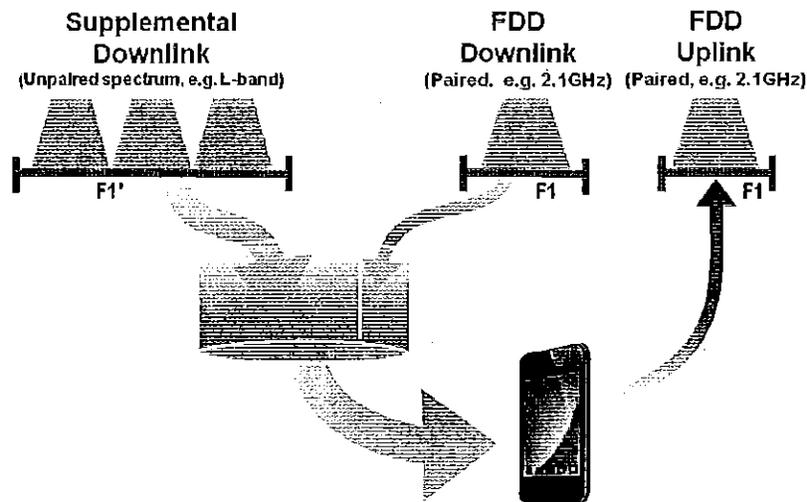
Verizon inició operaciones en la banda de 700 MHz con servicios LTE en diciembre de 2010, por su parte, AT&T ha desplegado servicios desde finales del 2011, y planea utilizar los bloques D y E que adquirió de otros licenciarios para implementar descarga suplementaria, de igual forma, el

¹ La unidad MHz/POP se refiere a la cantidad de espectro de una licencia determinada multiplicada por la población servida en el área de cobertura de la licencia. Por ejemplo, los MHz/POP de una licencia de 10 MHz que cubre un área geográfica con una población de 5,000 habitantes serían 200,000.

operador US Cellular inició operaciones con servicios LTE en la banda de 700 MHz a finales de 2011 en 12 mercados de EUA.

El modo de descarga suplementaria citado anteriormente, se refiere a una característica de las tecnologías modernas de acceso inalámbrico móvil, en la cual una portadora de descarga suplementaria se ubica en bloques no pareados de espectro, adicional a la portadora de descarga en espectro pareado. La característica de descarga suplementaria incrementa la eficiencia del espectro no pareado traduciéndose en una mejor experiencia hacia el usuario y un mayor número de usuarios soportados, comparado con un modelo de portadora de descarga única en espectro pareado.

Principio de operación con portadoras de descarga suplementaria.



Fuente: Qualcomm

En lo que corresponde al esquema planeado por el operador AT&T para utilizar espectro de los bloques D y E para descarga suplementaria, se hace notar que los trabajos respecto a la definición de las características técnicas y prestaciones que se podrán aprovechar de los bloques "D" y "E" no pareados del plan de banda de EUA, se encuentran en una etapa de desarrollo temprano al interior del 3GPP y no se ha definido aún cual será la capacidad en términos del ancho de banda utilizable y las condiciones técnicas que sean especificadas para el diseño de filtros que eviten interferencia por canal adyacente bajo este esquema de operaciones.

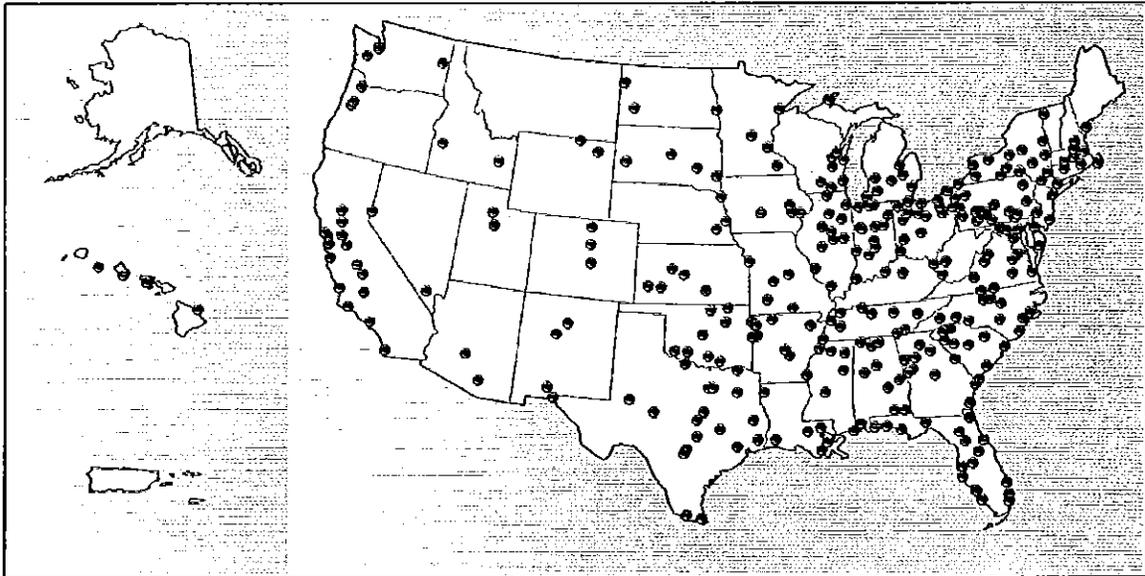
Adicionalmente, se requerirá que este modo de operación ofrezca soluciones para la agregación de portadoras para diferentes operadores en diferentes clases de la banda de 700 MHz (Banda 12, banda 13, banda 14) a fin de que cualquier operador (y no sólo uno) cuente con la posibilidad de utilizar la descarga suplementaria en caso de poseer licencias en los bloques "D" y/o "E".

Lo anterior refleja que para afrontar las necesidades presentes y futuras de capacidad de las redes bajo el plan de banda "A4", se ha hecho necesario redefinir la utilización del espectro de esta banda de frecuencias para atajar la urgente necesidad de incrementar la capacidad de las redes actuales que operan bajo este esquema de segmentación de la banda.

Por otro lado, es importante señalar que la técnica de descarga suplementaria no es exclusiva de una banda del espectro en particular, ni se encuentra definida por el esquema de segmentación que se adopte en dicha banda.

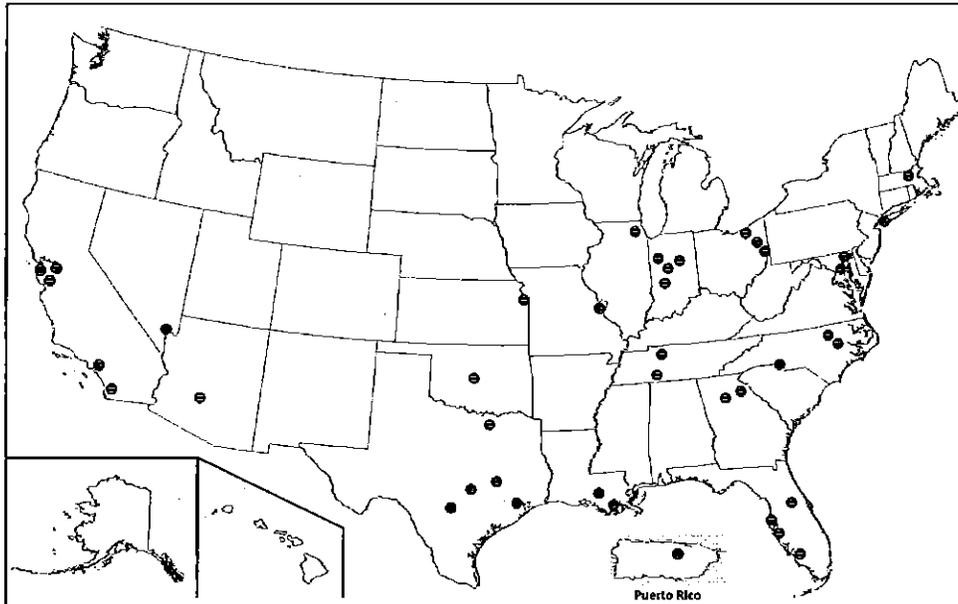
Asimismo, se observa que en Puerto Rico el operador AT&T lanzó servicios comerciales en la banda de 700 MHz a finales del año 2011. Asimismo, el operador Open Mobile ha anunciado que planea lanzar servicios a finales del 2012, cubriendo inicialmente la ciudad de San Juan.

Mercados LTE de Verizon



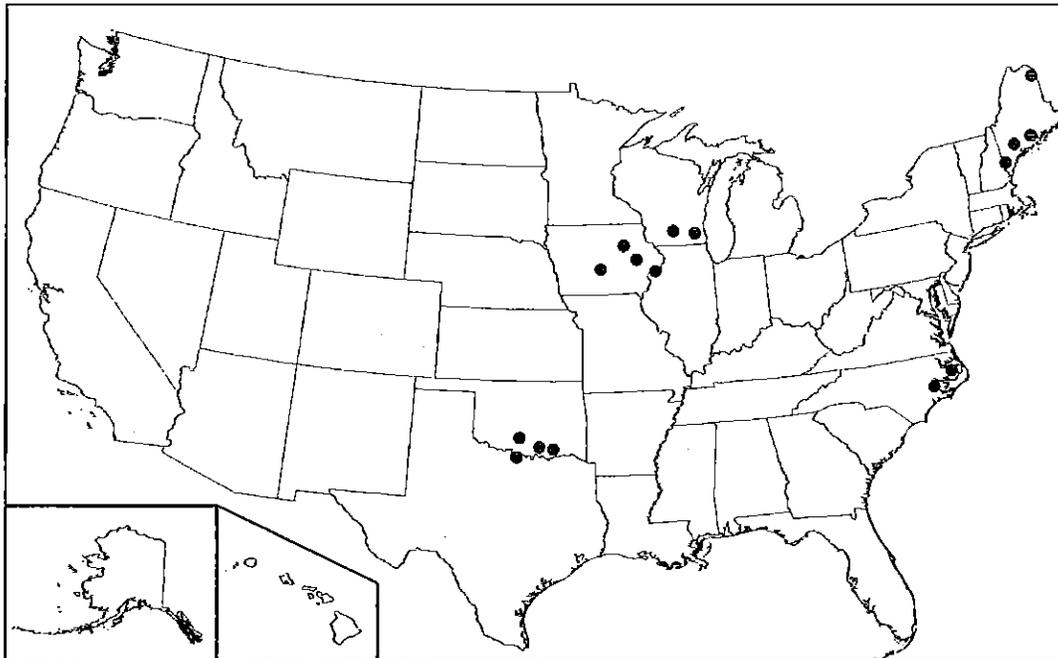
Fuente: Verizon. (<http://network4g.verizonwireless.com/#!/coverage>)

Mercados LTE de AT&T



Con información de AT&T. Fuente: (<http://www.att.com/network/>)

Mercados LTE de US Cellular



Con información de US Cellular. Fuente: (<http://www.uscellular.com/coverage-map/coverage-indicator.html>)

V. Despliegue de redes de seguridad pública.

En cuanto a redes de seguridad pública, se hace mención que este tipo de redes se divide en dos tipos: por una parte, redes de banda angosta que soportan primordialmente comunicaciones de

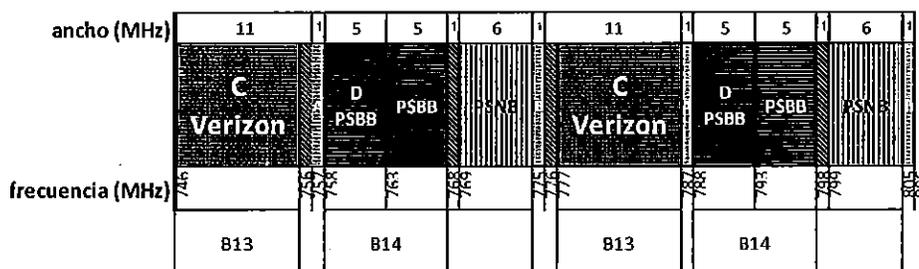
X

voz y opcionalmente datos de bajo volumen y baja velocidad. Este tipo de comunicaciones opera en los segmentos 769-775/799-805 MHz. Por otra parte, los segmentos 763-768/793-798 MHz fueron adjudicados para el despliegue de redes de seguridad pública de banda ancha, aunque conforme a una reciente Ley (*Spectrum Act*), se adjudicaron 22 MHz de espectro para el desarrollo de una red nacional de Seguridad pública de banda ancha basada en tecnologías comerciales. Los bloques que componen esta adjudicación son los siguientes:

- El bloque D, compuesto por las bandas 758-763 MHz / 788-793 MHz,
- El bloque original de Seguridad pública de banda ancha, compuesto por las bandas 763-769 MHz / 793-799 MHz.

El bloque D conjuntamente con el espectro originalmente contemplado para aplicaciones de banda ancha integran en su conjunto la banda 3GPP clase 14.

Segmento alto del plan de segmentación de EUA



ll

Se ha creado en los EUA una entidad nacional independiente que se encargará del despliegue y operación de la red nacional, denominada "First Responder Network Authority" (FirstNet), conformada por la *National Telecommunication and Information Administration* (NTIA, por sus siglas en inglés).

FirstNet es el operador que cuenta con la asignación de la licencia para operar una red nacional de seguridad pública, y deberá establecer una red interoperable de banda ancha bajo una arquitectura única para todo el país, para lo cual se dispondrá de hasta 7 billones de dólares de fondos para tales fines.

Las redes de seguridad pública de banda ancha que se han desplegado en la banda de 700 MHz son las siguientes:

Redes de banda ancha para seguridad pública en la banda de 700 MHz en EUA [6]			
Operador	Inicio de Operaciones	Mercado	Banda de Operación
Bay Area Regional Interoperable Communications System (BayRICS)	2011	San Francisco, Oakland, y San Jose	Banda 14
Public Service Wireless	Planeado 2012	Centro y suroeste de Georgia.	Banda 14
South Georgia Regional Information Technology Authority	Planeado 2012	Sur de Georgia	Banda 14
Consejo de la Ciudad de Charlotte	2012	Charlotte	Banda 14
Depto. de policía Metropolitana de Las Vegas	2012	Las vegas	Banda 14

X

Redes de banda ancha para seguridad pública en la banda de 700 MHz en EUA [6]			
Policia de Miami-Dade	2012 (test)	Miami	Banda 14

Las redes citadas fueron desplegadas de forma previa a la creación de *FirstNet* por lo cual se prevé que estas pasarán a formar parte de la red nacional de seguridad pública *FirstNet* en el futuro, cubriendo los requerimientos que para tales efectos establezca la autoridad de la red futura.

En lo que respecta a redes de seguridad pública de banda angosta en la banda de 700 MHz, este tipo de comunicaciones se utiliza principalmente para soportar comunicaciones tipo troncalizadas de voz y transmisión de datos de baja velocidad (de entre 10 a 100 kbps). En EUA este tipo de redes están basadas en el estándar P25 a fin de garantizar la interoperabilidad entre las redes de este tipo.

La mayoría de las licencias para operar sistemas de seguridad pública de banda angosta en la banda de 700 MHz han sido otorgadas a entidades estatales y locales en los EUA, a organizaciones policíacas y entidades de salvamento y rescate principalmente.

VI. Aspectos técnicos

Entre las características operativas más relevantes que en su momento la *Federal Communications Commission* (FCC, por sus siglas en inglés) determinó para la operación de servicios en la banda de 700 MHz, se encuentran aquellas que impusieron niveles máximos de potencia permisibles a los servicios comerciales en la banda de 700 MHz para mitigar los potenciales riesgos de interferencia perjudicial a las operaciones en canales adyacentes, en particular para los servicios de TV.

Asimismo, la FCC impuso requerimientos adicionales para los servicios comerciales operando en la parte alta de la banda de 700 MHz, para proteger las operaciones de los servicios en los bloques de espectro designados específicamente para aplicaciones de seguridad pública, con condiciones para que los operadores de servicios comerciales en la parte alta de la banda de 700 MHz y las entidades de seguridad pública intercambien información acerca de sus sistemas, a fin de limitar la potencial interferencia por intermodulación a los equipos móviles y portátiles de los servicios de seguridad pública en la banda de 700 MHz por parte de las radiobases de los servicios comerciales.

Adicionalmente, con el fin de brindar protección a los servicios de seguridad pública en la banda de 700 MHz, la FCC decidió establecer una banda de guarda de 1 MHz entre los servicios de seguridad pública de banda angosta y el bloque C, y otra banda de guarda de 1 MHz que se ubica entre los bloques C y D de la parte alta de la banda de 700 MHz, dejando a los servicios de seguridad pública de banda ancha adyacentes al bloque D.

Para el caso de servicios comerciales, se observa que la banda se encuentra dividida en dos categorías: la banda baja de 698 a 746 MHz (48 MHz) y la banda alta de 746 a 806 MHz (60 MHz). En este plan de segmentación pueden ser explotados comercialmente tres bloques: Un bloque apareado de 18x2 MHz (bloques A-B-C), un bloque no apareado de 12 MHz (bloques D-E), ambos en la parte baja; y un bloque apareado de 11x2 MHz en FDD (bloque C) en la parte alta, mientras

que la explotación del segmento no apareado de 12 MHz (bloques D y E) se diseñó en un inicio para aplicaciones con tecnologías TDD.

La atomización de bloques de espectro, la variedad del tipo de comunicaciones (banda ancha comercial y de seguridad pública, seguridad pública de banda angosta, radiodifusión, modos TDD y FDD) han derivado en que se presenten inconvenientes técnicos asociados a este plan de banda, los cuales han sido ampliamente documentados por los propios integrantes del ecosistema de ese país, como por observadores y críticos externos.

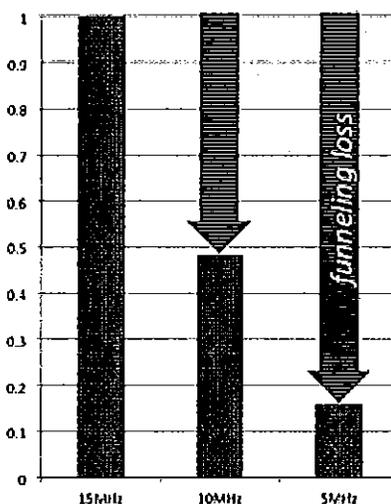
Condiciones para banda ancha

El 3GPP ha especificado diversos anchos de canal en los cuales es posible implementar la tecnología LTE proporcionando flexibilidad y compatibilidad con las asignaciones de espectro que tengan los operadores, partiendo de canales de 1.4 MHz de ancho hasta 20 MHz de ancho, permitiendo diversos grados de desempeño de la tecnología según el ancho de banda asignado a los canales operativos, tomando en cuenta la eficiencia espectral de LTE y el ancho de banda asignado.

Para la prestación de servicios móviles de banda ancha, es preferible contar con segmentos amplios de espectro que permitan que tecnologías de banda ancha móvil ofrezcan las mejores características en cuanto a tasas de transmisión de datos, menor latencia en las redes, y mejor manejo de filas, lo que en su conjunto se traduce en una mejor experiencia de usuario. Este tipo de beneficios son realmente apreciables cuando se utilizan canales de 10 MHz de ancho o mayores.

Lo anterior se pone de manifiesto al considerar dentro de una red con alta intensidad de uso la ganancia por multiplexaje y gestión de filas, dada la organización del acomodo de paquetes de información que se da en las radiobases. Simulaciones de laboratorio de fabricantes de equipos muestran que cuando se pasa de canales de 10 MHz a canales de 15 MHz de ancho de banda en el sentido de descarga, la ganancia en la tasa de transmisión es de 3 veces en lugar de 1.5 veces, lo anterior significa que el utilizar canales de 15 MHz en lugar de canales 10 MHz multiplica la capacidad de una red LTE por un factor de 2. La eficiencia espectral de la tecnología LTE es una característica técnica que indica cuanta información es posible transmitir por unidad de espectro la cual típicamente se utiliza la medición de bits transmitidos por Hz.

Eficiencia relativa en la gestión de filas y multiplexaje en la red



Fuente: Ericsson

Partiendo de lo anterior, se observa que bajo el plan de segmentación A4, no es posible contar con canales superiores a los 10 MHz, ya que las bandas definidas por el 3GPP que han tenido desarrollo considerable, son bandas que sólo soportan canales de hasta 10 MHz. Se hace notar que para el caso particular de la banda 12, sí podría en principio funcionar en canales de más de 10 MHz dado que esta banda cuenta con 3 bloques de 6 MHz cada uno, aunque como ya se describió con anterioridad, esta banda presenta problemas particulares de interferencia, por lo cual no se vislumbra como una alternativa viable para prestar servicios con canales de más de 10 MHz de ancho de banda.

Lo anterior implica que en el mediano plazo los actuales operadores se vean imposibilitados de mejorar los servicios de banda ancha prestados en la banda de 700 MHz, toda vez que por las propias características de canalización no es posible para estos contar con portadoras mayores a 10 MHz.

Para enfrentar lo anterior, existen propuestas en el 3GPP para estandarizar bloques de espectro para la descarga suplementaria. En particular, el operador AT&T que soporta este modelo, ya ha adquirido licencias de los bloques D y E no pareados, para que en un plazo aún no definido pueda ofrecer más capacidad de descarga a sus usuarios mediante esta técnica, tal como se describió en párrafos anteriores.

Incompatibilidad Electromagnética

La capacidad de convivencia de sistemas de radiocomunicaciones similares o diferentes dentro de un mismo entorno de tal manera que estos sean capaces de funcionar de manera óptima sin degradar el funcionamiento de los demás, es lo más deseable para asegurar la eficiente operación de las redes de comunicaciones inalámbricas. Por otro lado en cuanto más diferentes sean los

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN A4

sistemas mayor complejidad implicara su convivencia, debido a las características propias de cada sistema (potencias, anchos de banda, tecnologías... etc.), y por los mecanismos o costos asociados en los que podrían incurrir los fabricantes de equipos y los operadores a efecto de lograr su convivencia.

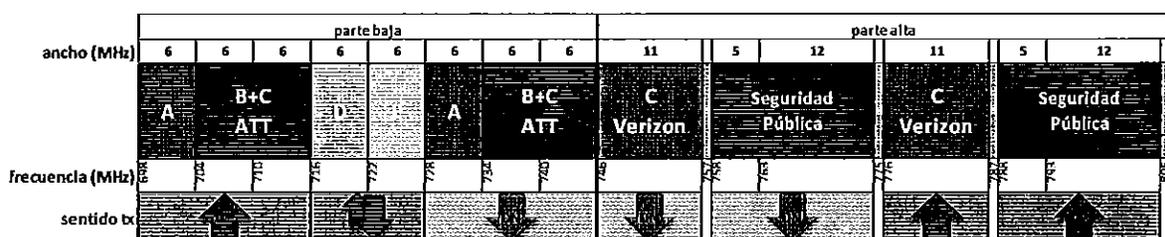
Tomando en cuenta lo anterior se destaca que en el plan de banda de los EUA existe un alto potencial de incompatibilidad electromagnética a causa de potenciales riesgos de interferencias perjudiciales, lo cual es causado por la falta de bandas de guarda entre varios bloques de frecuencias, así como por el relativamente estrecho espaciamiento dúplex y a la separación dúplex dentro de las bandas baja y alta.

Asimismo, se observa una alta heterogeneidad en cuanto a los segmentos dedicados a la transmisión tanto del móvil como de la base, por una parte, se observa la inexistencia de una banda de guarda entre los bloques no pareados D,E con los bloques pareados adyacentes C y A, lo que puede dar lugar a interferencias debido a que los bloques D y E pueden transmitir a alta potencia. Por otro lado, para la parte alta de la banda se observa que se invirtió el sentido de transmisión-recepción del móvil. Es decir, en las frecuencias menores transmite la base mientras que en las frecuencias superiores transmite el móvil, contrario a lo que normalmente se utiliza en las comunicaciones móviles.

Esto se debe a que la parte superior del bloque C (banda 13) está muy cercano a la banda de seguridad pública (sólo se cuenta con 1 MHz de banda de guarda), por lo que para reducir los efectos de incompatibilidad electromagnética por intermodulación, se optó por que este segmento fuera destinado para la transmisión del móvil, por tener este menor potencia que las radiobases.

4

Sentidos de transmisión de subida y bajada en el plan de banda de EUA

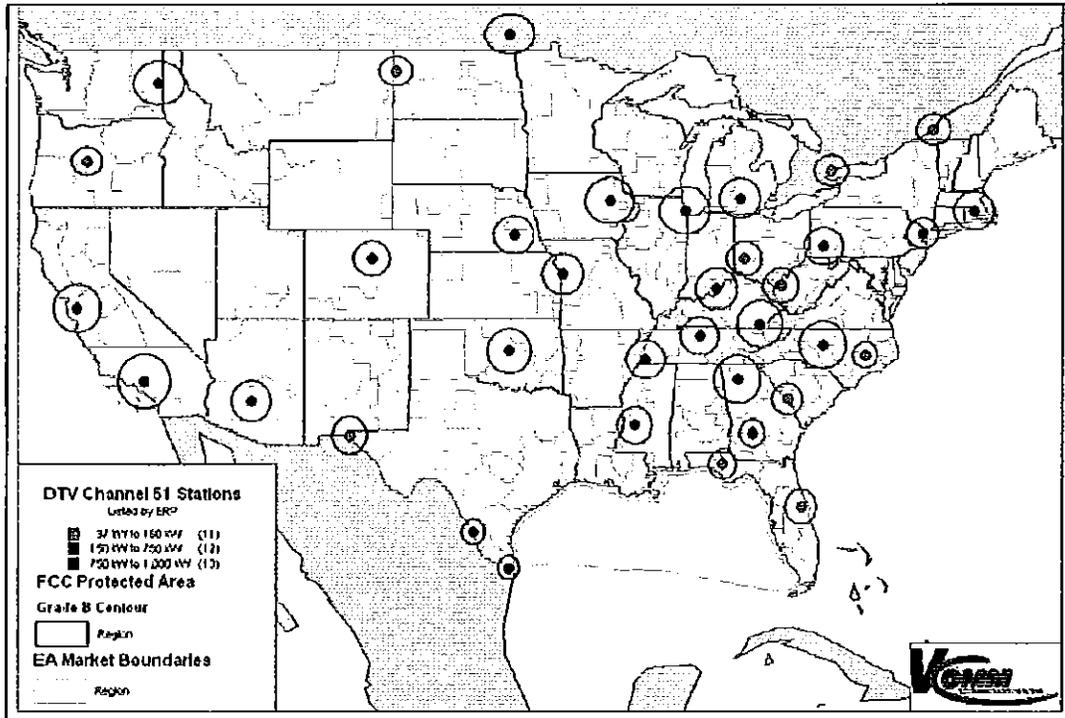


En cuanto al bloque A (698-704 MHz) encontramos serios problemas de interferencia debido a su proximidad con las transmisiones de alta potencia del canal 51 de TV (693-698 MHz) cuyas potencias puede llegar al orden de 1 MW (1,000,000 Watts).

Cabe señalar que tales problemas se encuentran dispersos geográficamente en el territorio estadounidense, en virtud de la considerable cantidad de licencias vigentes para operar el canal 51.

4

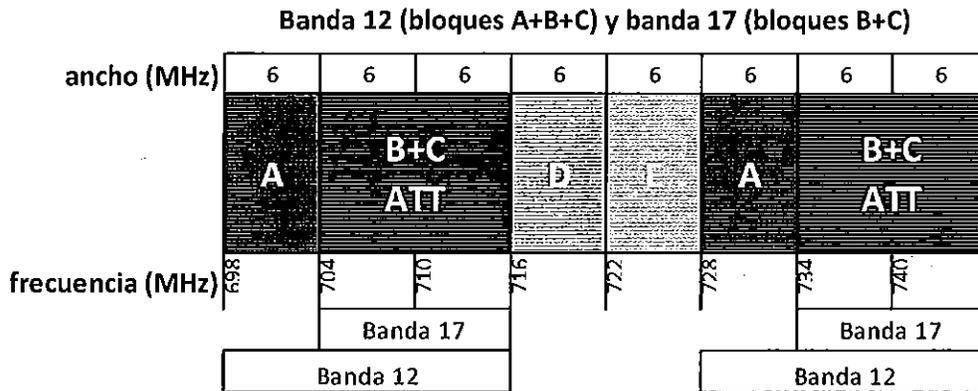
Estaciones de TV operando en el canal 51 en EUA



Asimismo, el problema de incompatibilidad en el bloque A se ve acrecentado por la falta de una banda de guarda con el bloque E, el cual al tratarse de un bloque no pareado, puede transmitir en sentido inverso al bloque A. En este sentido, la gran mayoría de las licencias otorgadas por la FCC en el bloque E pueden ser usadas para operaciones de alta potencia, lo que implica un alto riesgo de interferencia perjudicial a los receptores móviles del bloque A.

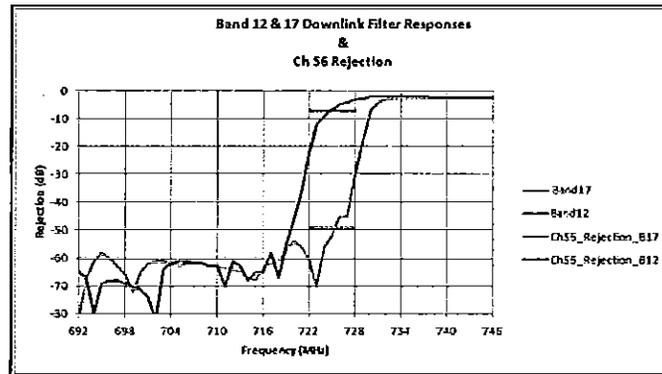
Más aún, la FCC dispuso reglas especiales que requieren a los operadores del bloque A establecer acuerdos para la protección contra interferencias a las operaciones del canal 51 de TV, lo cual se traduce en la imposibilidad de proveer servicios en el bloque A en ciertas áreas geográficas, perjudicando el desarrollo de redes que operen en este bloque.

Por su parte, el cuerpo de establecimiento de estándares 3GPP, responsable de la definición del estándar LTE, adoptó el plan de banda Clase 17 cubriendo únicamente los bloques B y C, y la banda Clase 12, incluyendo los bloques A, B y C. La banda 17 fue diseñada a fin de dejar fuera el bloque A, dados los potenciales problemas de interferencia que se han descrito anteriormente. Dados los problemas técnicos que presenta la banda, los fabricantes de terminales, chipsets e infraestructura, así como los proveedores de servicios inalámbricos, han invertido y desarrollado infraestructura y terminales que cumplen con los estándares de la banda 17, no así para la banda 12.



Lo anterior se debe a que los filtros actuales revelan que el filtro diseñado para la banda 12 proporciona 7 dB de rechazo al bloque E, mientras que los filtros diseñados para la banda 17 proporcionan 49 dB de rechazo al bloque E. Por tanto, los 42 dB extra de rechazo significan que un filtro para la banda 17 proporciona una atenuación de la señal de alta potencia del bloque E 15,849 veces mayor que la que pueden proporcionar los filtros para la banda 12.

Respuesta de rechazo al bloque E de filtros para banda 12 y para banda 17



Fuente: Qualcomm Inc. [11]

4

En consecuencia, la banda 17 con 6 MHz de separación del bloque E (la banda 17 comienza en el canal 58) fue creada para habilitar la transición en el filtro del dispositivo inalámbrico, de manera que el filtro pueda proveer suficiente atenuación a la interferencia proveniente del bloque E. Por el contrario, las especificaciones técnicas para la banda 12 adoptadas por el 3GPP proporcionan valores de filtraje por debajo de lo óptimo debido a la falta de suficiente separación de frecuencias entre el bloque E (canal 56) y las frecuencias de la banda 12 (iniciando en el canal 57). Como resultado, un filtro para la banda 12 no mitiga suficientemente la interferencia de las operaciones de alta potencia en el bloque E. Lo anterior limita las operaciones en la Clase 12 a mercados en los cuales no exista una estación de TV en el canal 51, para evitar conflictos por interferencia perjudicial.

La problemática descrita de interferencias con el canal 51 de TV en los EUA, sería similar para México en caso de adopción del esquema A4; en virtud de que existen al día de hoy 7 estaciones

X

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN A4

de radiodifusión que operan en el canal 51 de TV (sin tomar en cuenta los canales planificados), lo que en principio significa un obstáculo para el despliegue de sistemas de banda ancha en el bloque A. Las asignaciones existentes se muestran en la siguiente tabla:

Estado actual de asignaciones del canal 51 en México

CANAL	LOCALIDAD A SERVIR	EDO	OBSERV
51 (692-698 MHz)	AGUASCALIENTES	AGS	ANALÓGICO
51 (692-698 MHz)	CD. NAVA	COAH	ANALÓGICO COMPLEMENTARIO
51 (692-698 MHz)	ZARAGOZA	COAH	ANALÓGICO COMPLEMENTARIO
51 (692-698 MHz)	NUEVO LAREDO	TAMPS	CONCESION TDT
51 (692-698 MHz)	MATAMOROS	TAMPS	CONCESION TDT
51 (692-698 MHz)	MONTERREY	N.L	PERMISIONARIO
51 (692-698 MHz)	TOLUCA	EDOMEX	PERMISIONARIO

Por otra parte, se destaca que en el Programa de Concesionamiento de Frecuencias de Radiodifusión de Televisión que podrán ser materia de Licitación Pública, publicado en el Diario Oficial de la Federación el pasado 12 de junio de 2012; se contemplan 9 concesiones de las 306 posibles para el canal 51, conforme a la siguiente tabla:

Coberturas y características para el canal 51 contenidas en el Programa de Concesionamiento

CANAL	LOCALIDAD A SERVIR	EDO	RADIO DE COBERTURA (KM)
51 (692-698 MHz)	CHIHUAHUA	CHIH	100
51 (692-698 MHz)	ARRIAGA	CHIS	50
51 (692-698 MHz)	CASTAÑOS	COAH	80
51 (692-698 MHz)	GUANAJUATO	GTO	15
51 (692-698 MHz)	MORELIA	MICH	50
51 (692-698 MHz)	CANCÚN	Q ROO	50
51 (692-698 MHz)	AGUA PRIETA	SON	80
51 (692-698 MHz)	HERMOSILLO	SON	75
51 (692-698 MHz)	COATZACOALCOS	VER	75

Ante una situación de este tipo, los concesionarios de servicios de telecomunicaciones que operen en las localidades indicadas en la tabla anterior tendrían que utilizar la banda clase 17 definida por el 3GPP, la cual no utiliza el espectro del bloque A (698-704/ 728-734 MHz) definido por los EUA,

cuya consecuencia adversa inmediata es que en las zonas de cobertura del canal 51 de TV sería necesario dejar de utilizar 12 MHz de espectro del bloque A citado.

Otro efecto adverso como consecuencia de la interferencia con el canal 51 de TV que se observa en el esquema de segmentación A4, es que podría esperarse que en una eventual licitación de espectro de esta banda de frecuencias bajo el plan de banda de EUA, sería altamente probable que suceda un escenario muy parecido al de los EUA, en el que el precio del espectro del bloque A estuvo muy por debajo de los precios pagados en ese país por los bloques B, C (banda 17) y C (banda 13) de la parte alta de la banda.

Neutralidad Tecnológica

El esquema de segmentación A4 cuenta con bloques de frecuencias en los que sólo es posible desplegar cierto tipo de tecnologías, de tal forma que en algunos bloques únicamente es factible utilizar tecnologías de banda angosta, como es el caso de los bloques para seguridad pública de banda angosta; mientras que los bloques D y E no pareados fueron definidos originalmente para la operación de tecnologías unidireccionales de alta potencia. Aunado a lo anterior, la definición de bloques para la operación de tecnologías de banda ancha en el esquema A4, también hace una distinción de espectro adjudicando separadamente bloques para la operación de servicios comerciales de banda ancha y por otra parte bloques para la operación de servicios de seguridad pública de banda ancha.

De lo anterior se observa que no se conserva un espíritu de neutralidad tecnológica en cuanto al uso de la banda 698-806 MHz bajo el esquema de segmentación A4, debido que se hace necesario el empleo de tecnologías no homogéneas en cuanto a sus características operativas y por ende, no interoperables, lo cual puede tener como consecuencia el desarrollo de nichos de mercado para ciertos bloques de frecuencias en los que los desarrollos tecnológicos sean escasos y en manos de muy pocos proveedores de equipos y terminales, esto puede ser especialmente considerable en los ecosistemas de redes que utilicen tecnologías de banda angosta en la banda de 700 MHz.

4

VII. Conflictos de interoperabilidad dentro de EUA

Como ya se ha descrito anteriormente, los problemas técnicos que presenta el esquema de frecuencias de los EUA, ha dado lugar a que el mercado de servicios dentro de la banda de 700 MHz tenga un fuerte problema e interoperabilidad, en el cual ninguno de los operadores que cuentan con espectro para las diferentes clases de bandas de 3GPP pueden interoperar entre ellos.

El resolver los problemas de interoperabilidad a lo largo de la banda de 700 MHz puede requerir de modificaciones sustanciales a la manufactura de equipos y los planes de infraestructura de red, poniendo en riesgo la viabilidad comercial de los despliegues comerciales de banda ancha en 700 MHz.



Debido a limitaciones propias de la tecnología disponible al día de hoy, no existen dispositivos disponibles actualmente, en producción o incluso en desarrollo, que sean capaces de operar en todas las bandas pareadas de 700 MHz. Actualmente los chipsets que contienen los dispositivos no son capaces de soportar más de dos bandas por debajo 1 GHz. Debido a esta limitación, no es posible soportar más que una clase de banda en 700 MHz, más la banda celular de 800 MHz.

Lo anterior se debe a que los desarrolladores de tecnología se enfrentan a retos técnicos aún no resueltos para combinar múltiples clases en un mismo dispositivo, esto es, en la parte baja de 700 MHz, banda 12 + banda 17; y en la parte alta de 700 MHz, banda 13 + banda 14. El diseñar y construir dispositivos que sean capaces de ser interoperables a lo largo de la banda de 700 MHz afecta el diseño y funcionalidad de los equipos de usuario al incrementar la complejidad electrónica de agregar más bandas operativas al mismo. Esto impacta seriamente en lo relativo a factor de forma, peso, consumo de energía y duración de la batería de los equipos, principalmente.

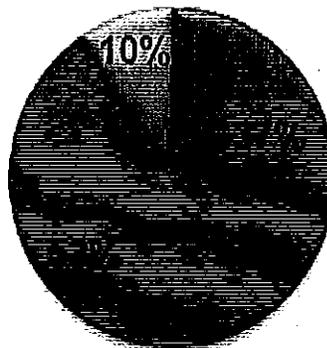
Esto se traduce en la falta de desarrollo de dispositivos y equipos de red interoperables, por lo que los licenciatarios en el bloque A están seriamente obstaculizados para planear, financiar, y adquirir equipo e infraestructura para desplegar servicios, provocando un desequilibrio en la competencia del mercado de servicios en la banda.

En el sentido opuesto, se observa que los operadores dominantes que ofrecen servicios en la banda 13 y la banda 17, cuentan con un ecosistema de elementos de red y de terminales de usuario que los coloca en gran ventaja respecto a sus competidores que cuentan con espectro en el bloque A.

Lo anterior aunado al desequilibrio en la cantidad de espectro con que cuentan los operadores en la banda de 700 MHz, observando que entre AT&T y Verizon acumulan la mayor cantidad de licencias de espectro, quedando el resto en manos de operadores menores que tienen gran dificultad para poder ofrecer servicios competitivos dentro de la banda de 700 MHz.

Espectro para usos comerciales en la banda de 700 MHz

- **AT&T
Mobility**
- **Verizon -
Cellco**
- **Other
Licensees**



Cantidad neta invertida en licencias de espectro FDD conforme a la licitación No. 73

Debido a los problemas antes planteados, el pasado mes de marzo la FCC publicó un aviso de propuesta de reglamentación (*notice of proposed rulemaking*) orientado a promover la interoperabilidad para los servicios comerciales en la banda de 700 MHz [7]. Las posturas emitidas por los interesados reflejan la problemática que ha derivado en la imposibilidad de que las propias fuerzas del mercado propicien y posibiliten la interoperabilidad dentro de la banda de 700 MHz bajo el actual esquema de frecuencias. Lo anterior debido a que por una parte, los operadores regionales y locales que cuentan con espectro en el bloque A, piden que se obligue a los grandes operadores a que soporten y colaboren en unificar las operaciones en la banda de 700 MHz y sea posible interoperar en la banda; mientras que por otra parte, los grandes operadores y algunos de los principales fabricantes, expresan las dificultades técnicas que impiden la interoperabilidad a lo largo de la banda de 700 MHz.

Debido a la falta de interoperabilidad entre las distintas clases de bandas, los consumidores deben elegir entre dispositivos que son diferentes en las frecuencias que pueden utilizar, y en caso de que deseen cambiar de operador, también tendrían que cambiar su equipo, independientemente de que ambos equipos operen con tecnología LTE y dentro de la banda de 700 MHz.

A modo de ejemplo, se puede citar la comercialización de la más reciente versión de la tablet iPad 3, fabricada por Apple, que introduce la posibilidad de ofrecer conectividad LTE en la banda de 700 MHz, aunque como ya se describió anteriormente, debido a la falta de interoperabilidad en la banda de 700 MHz es necesario que los consumidores elijan una versión específica del equipo, ya sea para que éste funcione únicamente en la red de Verizon o bien en la red de AT&T, pero no en ambas.

Lo anterior en la práctica se traduce que en casos en los que un usuario que cuente con un iPad 3 de AT&T se ubique en una ciudad que no tenga aún servicio LTE de ese operador, pero que sí está atendida por Verizon, de cualquier forma no podrá gozar de la conectividad LTE, debido a la falta de interoperabilidad en la banda. Por otra parte, todos los equipos iPad 3 que son comercializados fuera de los Estados Unidos sólo operan en la banda 17 (banda de AT&T), lo que limita la conectividad de los usuarios provenientes del extranjero únicamente a la cobertura LTE que puede ofrecer AT&T. Hoy en día este puede suceder con bastante frecuencia, dado que la cobertura de Verizon es mucho mayor que la de AT&T, tal como se mostró en las gráficas de cobertura de los principales operadores de la sección IV de este dictamen.

4

VIII. Adopción a nivel internacional

A nivel internacional, el plan de segmentación A4, compatible con el esquema de EUA ha sido adoptado por los siguientes países:

EUA. Fue el diseñador de este esquema y el primero en iniciar operaciones en el mundo en esta banda.

Canadá. Durante el mes de marzo pasado, Canadá adoptó oficialmente el mismo plan de banda que los EUA, como resultado de una consulta pública al respecto [8].

Puerto Rico. Este al ser un Estado Libre asociado de los Estados Unidos de América, se armonizó en su totalidad con el plan de EUA.

Mancomunidad de las Bahamas. La Entidad de Regulación de Servicios y Autoridad de Competencia (URCA, *Utilities Regulation & Competition Authority*), adoptó a inicios de 2012 el plan de EUA para la banda de 700 MHz [9]

Trinidad y Tobago. Este país completó su consulta pública al respecto desde el año 2008, adoptando el mismo plan de banda que los EUA.

Otros países del Caribe. La Autoridad de Telecomunicaciones del Caribe del Este (ECTEL, por sus siglas en inglés) fue establecida en el año 2000, por un tratado firmado entre los gobiernos de 5 Estados del Caribe del Este, conformados por la mancomunidad de Dominica, Granada, San Kitts y Nevis, Santa Lucía y San Vicente y las Granadinas. ECTEL emitió a finales del 2008 una consulta en la que recomendó la adopción del plan de banda de los EUA para sus Estados Miembros [10].

Referencias

[1] Recomendación UIT-R M.1036 (3/2012), "*Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identifies for IMT in the Radio Regulations (RR)*".

[2] 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".

[3] *3rd Generation Partnership Project*, 63ª Reunión del Grupo de Trabajo 4 de *TSG Radio Access Network*. Praga, República Checa, 21-25 Mayo 2012

[4] *Policy Tracker, Global spectrum Database V.7.07*, abril 2012.

[5] *Federal Communications Commission, Annual Report and Analysis of Competitive Market Conditions With Respect to Mobile Wireless, Including Commercial Mobile Services*, junio 2011. http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-11-103A1.pdf

[6] *Global Mobile Suppliers Association, GSA Evolution to LTE report*. Abril 2012.

[7] *Federal Communications Commission, Notice of Proposed Rulemaking: "Promoting Interoperability in the 700 MHz Commercial Spectrum"*. *Interoperability of Mobile User Equipment Across Paired Commercial Spectrum Blocks in the 700 MHz Band*. Marzo 21 de 2012

[8] *Industry Canada, Policy and Technical Framework Mobile Broadband Services (MBS) – 700 MHz Band*. Marzo 2012.

[9] *URCA, Policy for New Spectrum Bands – 700 MHz, 11 GHz, 12 GHz and 42 GHz; ECS 09/2012*. 23 de marzo de 2012.

[10] *ECTEL, Consultation Document, Recommendation of the Eastern Caribbean Telecommunications Authority (ECTEL)*, 2008.

[11] *Qualcomm Incorporated.- Comments In the Matter of Promoting Interoperability in the 700 MHz Commercial Spectrum. Interoperability of Mobile User Equipment Across Paired Commercial Spectrum Blocks in the 700 MHz Band. Junio 2012*

4

+

ANEXO 5

México, D.F., a 12 de septiembre de 2012

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

VIABILIDAD DEL DESPLIEGUE DE UNA RED DE SEGURIDAD PÚBLICA EN LA BANDA 698-806 MHz.

Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

DICTAMEN

- El despliegue de una red dedicada para seguridad pública en la banda de 698-806 MHz, conforme al plan de segmentación A4 no es acorde a la realidad económica de nuestro país.
- El mejor esquema en costo-beneficio para proveer de conectividad nacional a los cuerpos de seguridad, de ser el caso, es mediante el uso de redes privadas virtuales.
- Actualmente, las agencias de seguridad pública en nuestro país cuentan con suficiente espectro dedicado para el soporte de sus labores.



Luis Felipe Lucatero Govea
Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación



Contenido del estudio

I.	Arquitecturas alternativas para redes de seguridad pública	3
II.	Implementación de una red dedicada de seguridad pública bajo el esquema A4	3
III.	Implementación de una red virtual de seguridad pública en A5	8
IV.	Bandas alternativas	14
	Referencias	16



I. Arquitecturas alternativas para redes de seguridad pública

Existen dos grandes opciones para dotar de conectividad a los elementos de seguridad pública: una red dedicada y una red privada virtual.

La red dedicada la construyen los cuerpos de seguridad pública para su uso, son ellos los propietarios y los que realizan el trabajo de mantenimiento y expansión de la red, así como los que proveen de equipos terminales y mantenimiento a sus usuarios.

El esquema de red privada virtual se basa en el uso de infraestructura primaria (como una red de transporte de datos) para transmitir información; esta información viaja segura mediante mecanismos de encriptación de datos que impiden que alguien no autorizado pueda acceder la información que se transmite.

II. Implementación de una red dedicada de seguridad pública bajo el esquema A4

El esquema A4 prejuzga el uso de 30 MHz de espectro a tareas de seguridad pública. Al implementar el esquema A4 esos 30 MHz deberán ser usados sólo por los cuerpos de seguridad pública. Existen preocupaciones sobre la capacidad financiera de los cuerpos de seguridad para solventar el gasto de inversión requerido para la instalación de una red dedicada.

A efecto de cuantificar el costo de construcción de una red dedicada, se construyó un modelo que considera el costo de instalación de la red, de los terminales del usuario y el costo de operación.

Costos de instalación de la red

Si la red es nacional, deberá de tener cobertura en las áreas pobladas del país y en los caminos que conectan esas poblaciones. La República Mexicana tiene una extensión geográfica de 1 959 248 [km²] de los cuales un 1 100 000 [km²] son áreas habitadas y 200 000 [km²] de carreteras¹.

Cada radiobase tiene una cobertura en zonas urbanas de un área circular de radio de 5 km y en carreteras de un radio de 10 km. Esto debido a que en las zonas pobladas existe una mayor demanda de servicios de conectividad que en las carreteras. A menor densidad de usuarios mayor cobertura, es por esto que en las zonas carreteras se tiene una mayor cobertura.

Lo anterior queda resumido en la siguiente tabla.

¹ Estudio realizado por Telefónica México

Supuestos técnicos	
Área total del país	1 959 248 [km ²]
Área poblada	1 100 000 [km ²]
Carreteras	200 000 [km ²]
Radio de cobertura en zona poblada	5 [km]
Radio de cobertura en zona carretera	10 [km]

Para determinar el número de emplazamientos en las zonas pobladas, se usó la razón entre el área geográfica a cubrir y el área de cobertura de cada emplazamiento, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Cantidad de emplazamientos para zonas urbanas

$$\frac{1,100,000 [km^2]}{\pi * (5[km])^2} = 14,005$$

Cantidad de emplazamientos para carreteras

$$\frac{200,000 [km^2]}{\pi * (10[km])^2} = 636$$

Los resultados anteriores quedan resumidos en la siguiente tabla:

Número de emplazamientos requeridos	
Zonas habitadas	14 005
Zonas carreteras	636
Total	14 641

De acuerdo con información contenida en un contrato público entre el Estado de Washington en los Estados Unidos de América y un proveedor de infraestructura, el Estado de Washington adquirió infraestructura para construir 8 nuevos emplazamientos y para expandir 28 emplazamientos ya existentes. El costo agregado de estos dos rubros es de \$17 195 114 [USD].

De acuerdo con esta información y con estimaciones propias, el costo promedio de cada emplazamiento es de \$400 000 [USD].

4 El costo de instalar una red de seguridad pública en México sería de:

$$400,000 \left[\frac{USD}{emplazamiento} \right] * 14,641 [emplazamiento] = 5 856 400 000 [USD]$$

Costo de terminales de usuario

Como inversión inicial, a efecto de equipar a los agentes de seguridad pública en los niveles de gobierno federal, estatal y municipal, es razonable estimar el número de agentes de seguridad pública en 500,000, cifra obtenida de información proporcionada por el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, misma que indica que existen 26 955 policías ministeriales, 198 185 policías estatales y 166 697 policías municipales, dando un total de 391 837 policías. Asimismo, la policía federal cuenta con 34 438 efectivos y si consideramos además el personal de la Cruz Roja de 32 mil voluntarios, el número total se coloca cerca de los 500 mil elementos, esto sin contar a los cuerpos del CISEN, bomberos, rescatistas, protección civil , ejército y marina.

Se ha considerado la totalidad de los elementos que integran los cuerpos de seguridad pública antes citados, debido a que, sin importar el rango, se trata de elementos de primera respuesta y se encuentran habilitados para atender directamente las diversas situaciones de emergencia. Lo anterior aplica tanto a policías de tránsito como a los voluntarios de la Cruz Roja, quienes directamente responden ante y durante las situaciones de emergencia y quienes transmiten información vital a las respectivas unidades médicas.

Cabe señalar que no se consideró que los cuerpos de seguridad o emergencia cuenten con equipos que soporten únicamente comunicaciones de banda angosta, ya que el supuesto básico de este ejercicio radica en la proyección a futuro que consiste en esquemas de provisión de conectividad de banda ancha móvil con el objetivo de incrementar la efectividad y agilidad que son indispensables en las actividades de los cuerpos de seguridad y emergencia.

De acuerdo con la información del contrato con el Estado de Washington y con estimaciones propias, el costo promedio de cada equipo es de 4 000 USD. La inversión en equipos sería de:

$$500,000[\text{usuarios}] * 4,000 \left[\frac{\text{USD}}{\text{usuario}} \right] = 2\,000\,000\,000 [\text{USD}]$$

Es importante destacar que en el citado contrato público con el Estado de Washington el precio por terminal se estipula en 6 000 USD, sin embargo, para efectos de la presente estimación se contemplan los descuentos que podrían otorgarse por compras de alto volumen, fijando el precio en 4 000 USD por terminal.

Costo de operación

El costo de operación de un sitio comprende el gasto en luz, administración del sitio y de los suscriptores. De acuerdo con un estudio de Ericsson (Gildert, 2006) cada sitio consume 10 kWh. En México el costo de la electricidad varía de acuerdo a la ubicación geográfica y al horario de consumo. En promedio, la luz eléctrica para la industria en México tiene un costo de 0.37 USD. Dado que las radiobases estarán funcionando las 24 horas los 365 días del año, la cuenta anual por electricidad será de:

Cálculo del costo de operación

$$10[kWh] \times 0.3722138 \left[\frac{USD}{kWh} \right] \times 24[h] \times 365[días] \times 14,641[emplazamientos] \\ = 477,383,404 [USD]$$

Adicionalmente, se requiere estimar el costo de la administración mensual de cada sitio, el cual incluye renta de los enlaces dedicados, seguridad del lugar, videovigilancia, reparación de daños por ataques vandálicos, previsión de refacciones, consumo de diesel para los generadores de electricidad de respaldo, costos de limpieza, mantenimiento y renta de predios (en su caso).

Si consideramos que la componente de costo más importante es la asociada al enlace dedicado y que según información del mercado el mismo es del orden de 1 000 USD mensuales, para efectos de simplificar la estimación podemos emplear dicha cifra como un límite inferior del costo de administración. Lo cual es perfectamente razonable si consideramos que el añadir cualquier otro de los costos antes señalados, solamente enfatizará los resultados que se obtienen en el presente estudio. Esto tiene sentido debido a que resulta imposible determinar el costo exacto o incluso máximo de la administración del sitio sin conocer la topología de la red. Sin embargo, es lógico realizar una estimación del costo mínimo, situación que ilustra perfectamente la conclusión final del estudio.

De tal forma, que el costo de administración anual de los 14,641 sitios será de:

Cálculo del costo de administración de sitios

$$1,000 \left[\frac{USD}{emplazamiento * mes} \right] \times 12[meses] \times 14,641[emplazamientos] \\ = 175,962,00 [USD]$$

Finalmente se considera el costo de la administración de los usuarios, el cual incluiría sistemas de atención telefónica, reparaciones en caso de fallas, centro de operaciones de red, operación de un sistema de conmutación, flotillas regionales de mantenimiento, equipos identificadores y correctores de fuentes de interferencia, equipos de soporte técnico, compra de hardware y software, entre otros.

De acuerdo a información de mercado, el solo costo del centro de atención telefónica corresponde a un promedio de 10 USD por usuario, que para efectos de simplificar la estimación podemos emplear dicha cifra como un límite inferior del costo de administración de usuarios. Una vez más, esto es razonable si consideramos que el añadir cualquier otro de los costos antes señalados, solamente enfatizará los resultados que se obtienen en el presente estudio.

Con estas consideraciones, el costo anual de la administración de todos los usuarios de la red puede estimarse como sigue:

Cálculo del costo de administración de usuarios

$$10 \left[\frac{USD}{\text{suscriptor} \cdot \text{mes}} \right] \times 12[\text{meses}] \times 500,000[\text{suscriptores}] = 60,000,000[USD]$$

Los resultados anteriores quedan resumidos en la siguiente tabla:

Capex [USD]	
Emplazamientos	5 856 400 000
Equipos Terminales	2 000 000 000
Total	7 856 400 000
Opex [USD]	
Electricidad	477 383 000
Administración sitio	175 962 000
Administración usuarios	60 000 000
Total	709 745 000

A efecto de contextualizar los montos asociados a la instalación y operación de una red dedicada se hizo una comparación del costo de instalación de la red y su operación con el presupuesto federal (Unión, 2011) destinado a diferentes rubros. El tipo de cambio usado fue de 13.29 $\left[\frac{MXN}{USD} \right]$, que es el publicado por el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Julio del 2012. Los resultados quedan expuestos en la siguiente tabla en donde *a* es el costo de instalación y *b* es el costo de operación.

f

Rubro	Presupuesto en USD (c)	a/c	b/c
Salud	8 537 185 000	0.92	0.08
Comunicaciones y Transportes	6 435 559 000	1.22	0.11
Desarrollo Social	6 384 088 000	1.23	0.11
Programa Oportunidades	4 806 115 925	1.63	0.14
Defensa Nacional	4 183 668 000	1.87	0.16
Seguridad Pública	3 049 601 000	2.57	0.23
Marina	1 480 521 000	5.3	0.48

El Capex requerido, es equivalente al presupuesto para el año 2012 del sector salud, 1.23 veces mayor al presupuesto dedicado al desarrollo social, casi 2 veces el presupuesto de defensa nacional, 2.57 veces el presupuesto de seguridad pública y 5.3 veces el presupuesto de la marina nacional. Por otro lado, el costo de operación anual es equivalente a casi la cuarta parte del presupuesto anual de seguridad pública.

Al comparar el costo de instalación y de operación de la red con el presupuesto de la Federación, resulta complicado ver un escenario en el que el Gobierno Federal decida invertir en una red de seguridad pública dedicada en la banda de 700 MHz en lugar de invertir en otros temas prioritarios como el desarrollo social.

III. Implementación de una red virtual de seguridad pública en A5

A diferencia del esquema A4, el esquema de segmentación A5 no prejuzga la atribución de espectro a servicios específicos, incluyendo aplicaciones de seguridad pública, por lo que este esquema cuenta con la suficiente flexibilidad para permitir el despliegue de una red dedicada de seguridad pública y de ser el caso, cubrir las necesidades de conectividad de las instituciones encargadas de este rubro.

Sin embargo, dado que aún no existe un ecosistema para equipos dedicados a seguridad pública en A5 no es posible estimar el costo de construcción de una red, ni de los asociados a su operación.

Existe como alternativa el establecimiento de redes privadas virtuales (VPNs), mediante las cuales se interconectan puntos remotos de una red a través de infraestructura primaria, como por ejemplo la red celular. Las VPNs cuentan con mecanismos de autenticación y encriptación que hacen las comunicaciones sumamente seguras. Actualmente muchos bancos se comunican con sus sucursales en tiempo real a través de VPNs que funcionan sobre la red de banda ancha de los operadores de Internet (infraestructura primaria).

Las VPNs reducen costos ya que eliminan la necesidad de tener recursos dedicados para la comunicación entre dos puntos. Es decir, los cuerpos de seguridad pública no necesitarían tener una red dedicada para comunicarse, lo pueden hacer con seguridad y confiabilidad a través de una VPN que use como infraestructura primaria la red de los operadores móviles comerciales. Los cuerpos de seguridad arrendarían un porcentaje de capacidad de la capacidad Total de los operadores móviles.

Es práctica común a nivel internacional la utilización de redes privadas virtuales para seguridad pública. Incluso en nuestro país existen al menos dos casos del empleo de redes privadas virtuales para seguridad pública, como es el caso de la red denominada Plataforma México y la red nacional de radiocomunicaciones IRIS.

Mediante el uso de Plataforma México se ha implementado exitosamente la conectividad de datos y compartición de información de inteligencia a nivel nacional e internacional entre las principales entidades de seguridad pública de una manera altamente eficiente a través de la red de transporte de Telmex, lo que permite habilitar las comunicaciones entre la Secretaría de Seguridad Pública y demás centros de operación e inteligencia.

Por su parte, la red nacional IRIS, a cargo de la Secretaría de Seguridad Pública y que opera en la banda de 380-400 MHz es otro ejemplo en el que existen circuitos virtuales, que forman parte de

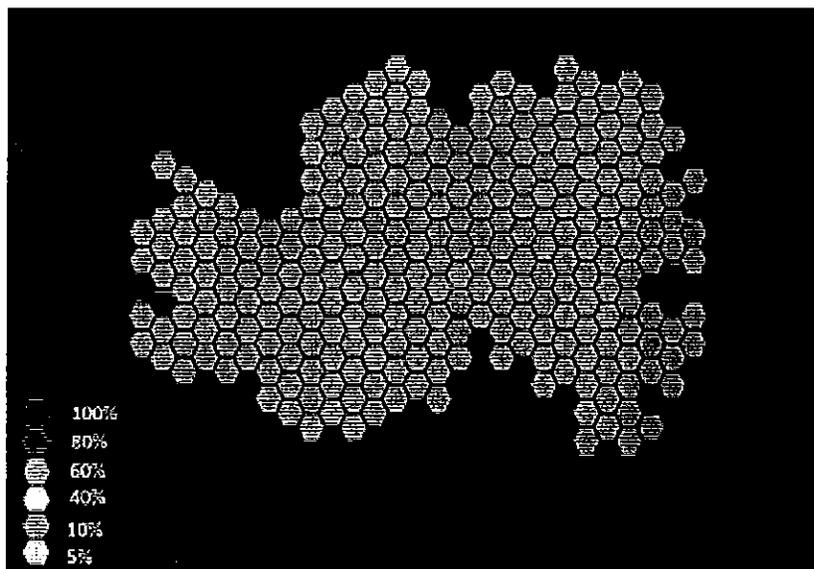
redes comerciales existentes, dedicados a la interconectividad de los sistemas de comunicación de los diferentes cuerpos de seguridad nacional.

El costo de la encriptación no es de tomarse en cuenta en virtud de que los cuerpos de seguridad generalmente cuentan con departamentos de desarrollo tecnológico y dedicados a la producción de soluciones basadas en software para diferentes plataformas. La escritura de código dedicado a la encriptación de software no resultaría en un costo adicional ya que se encontraría dentro de las tareas de los equipos especializados de los departamentos de software Cabe señalar además que los algoritmos de encriptación no son complejos, ya que de manera general la encriptación se puede lograr mediante la multiplicación de dos números primos lo suficientemente grandes. La clave de un sistema de encriptación es que tanto en el equipo de recepción como en el de transmisión se fijen de antemano los grupos de números primos que han de formar parte de la secuencia de encriptación. Esto hace que su decriptación por un agente externo que no conozca la llave sea prácticamente imposible.

En caso de que las fuerzas del orden, auxilio y rescate, no estén utilizando toda su capacidad en un determinado momento del tiempo, es decir, si parte de la capacidad dedicada a las fuerzas del orden, auxilio y rescate no está siendo usada, los usuarios de la red podrán hacer uso. En otras palabras, la capacidad dedicada para las fuerzas del orden, auxilio y rescate, es la capacidad máxima de la que podrán hacer uso en ausencia de situaciones de emergencia. En el caso ilustrado en la siguiente figura, las fuerzas del orden, auxilio y rescate tienen destinadas un 10% de la capacidad total de los operadores móviles en ausencia de emergencia.

4

Red con capacidad dedicada en ausencia de emergencia.



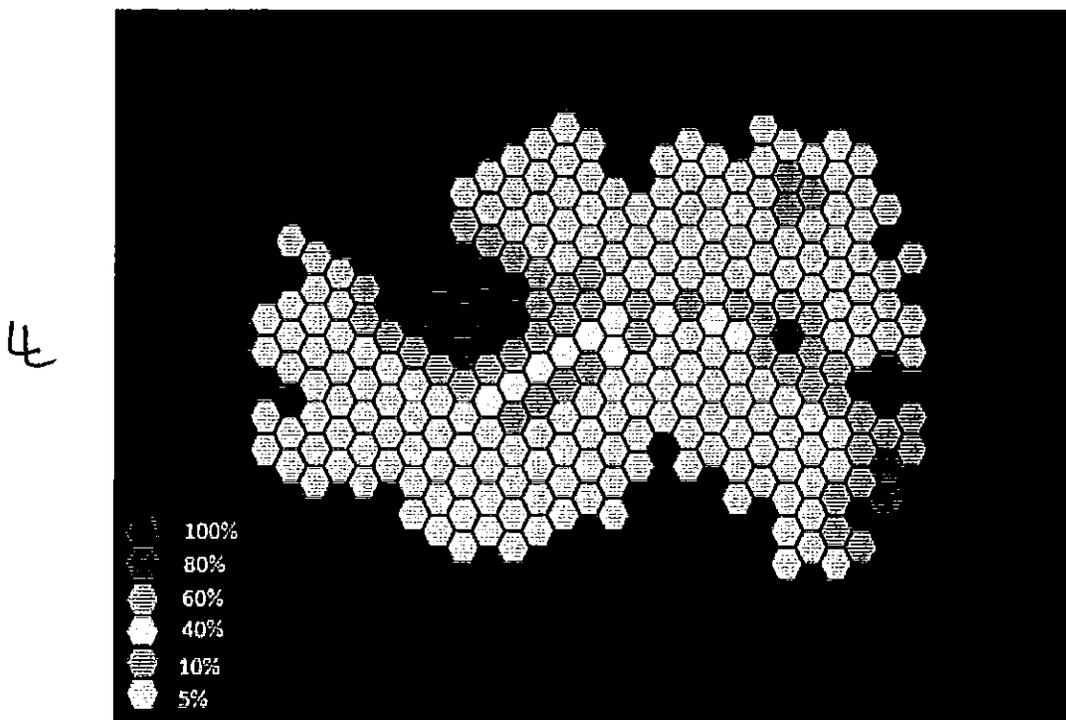
Una de las ventajas de basar la conectividad de las agencias de seguridad pública en las redes de los operadores móviles es que las redes de cuarta generación LTE gozarán de una característica denominada Self Organizing Networks (SON).

+

SON permitirá que en caso de emergencia o catástrofe (un ataque terrorista en una zona urbana, un terremoto, huracán, tsunami, etc.) se le pueda otorgar un aumento de capacidad a los cuerpos de seguridad que lo requieran. Este aumento de capacidad puede no ser en la totalidad de la red, sino solamente en aquellas regiones en las que se haya dado la situación de emergencia. Lo anterior evita que los cuerpos de seguridad pública compitan por el acceso a la red celular con turistas, periodistas, o usuarios en general tratándose de comunicarse con sus familiares y tengan comunicación en todo momento para atender la situación de emergencia.

Esta conectividad aumentada de los cuerpos de seguridad no deja sin posibilidad de comunicación a los ciudadanos. Los teléfonos comerciales actualmente tienen la capacidad de funcionar en más de una banda, normalmente en 3. La conectividad aumentada para cuerpos de seguridad funcionaría en la banda de 700 MHz, por lo que los ciudadanos podrían comunicarse mediante su dispositivo móvil usando cualquiera de las otras bandas que tenga su operador.

Ilustración del funcionamiento de capacidad dedicada en condiciones de emergencia.



Además, las SON tiene la capacidad de otorgar un aumento de capacidad a los cuerpos de seguridad pública en los trayectos desde la zona de catástrofe hacia puntos clave como hospitales; es decir, el aumento de capacidad no sería únicamente en la zona de desastre, sino también en los trayectos que los cuerpos de seguridad necesiten realizar para trasladar heridos.

X

Para poder establecer una red privada virtual a través de la red, será necesario arrendar capacidad a los operadores móviles. Bajo este esquema, los cuerpos de seguridad pública podrán pagar una renta mensual a los operadores móviles por usuario de \$500.00 pesos mexicanos, aproximadamente 37 USD. Con este costo, se cubrirían las necesidades de los agentes que son comparables a las de un usuario que consume datos en aplicaciones de alta demanda, como descarga de video (*streaming*). Se espera que se puedan satisfacer los requerimientos de las fuerzas de seguridad pública brindando latencias inferiores a 70 ms y pudiendo transmitir datos tanto de subida como de bajada a 800 kbps. Estos valores son cercanos a los que un ciudadano común utilizaría. Sin embargo, en situación de emergencia o catástrofe natural, se podría dar capacidad adicional en el lugar y momento adecuado.

En este sentido, las capacidades mínimas que se prevé demanden los cuerpos de seguridad en un esquema de red virtual, serán fácilmente atendibles con la capacidad que es capaz de proveer cualquier red comercial de banda ancha, cuyo diseño soporta la demanda de tráfico de un número mucho mayor de usuarios.

Considerando los 500,000 agentes de seguridad pública en el país, este esquema implicaría un costo anual de:

Costo de operación en una red privada virtual

$$36.852 \left[\frac{USD}{\text{suscriptor} * \text{mes}} \right] \times 12[\text{meses}] \times 500,000[\text{suscriptores}] = 225,684,000[USD]$$

Si se consideran 500,000 oficiales y \$500 mensuales esto da \$250 000 000 mensuales o \$1 000 000 000 de pesos por trimestre, esto sería comparable al 3% de los \$36 000 000 000 de pesos que el operador Telcel vendió en México en Q1 2012. Considerando que las llamadas entre oficiales serían *on-net* no habría costos de interconexión a considerar en la rentabilidad del servicio. Es razonable pensar que la venta de conectividad de datos con ingresos mensuales asegurados de esta magnitud puede ser un incentivo para ofrecer el nivel de precio evocado en el estudio. Si el dispositivo no se subsidia obtener este nivel de ingresos por usuario permitiría una rentabilidad más grande que el actual plan Telcel1000.

Además, los cuerpos de seguridad pública deberán adquirir *smartphones* para el uso de estas redes de siguiente generación. En virtud de que actualmente no existe una referencia de costo de un equipo diseñado para operar en el esquema de segmentación A5, para efectos de este ejercicio se tomará en consideración un *smartphone* comercial con funcionalidades equivalentes a las que se prevé se requieran para las aplicaciones de seguridad pública. En este caso se optó por una terminal marca Motorola, modelo Defy MB525, mismo que tiene un precio de mercado de 169.99

USD², entonces el costo de proveer a los cuerpos de seguridad y emergencia con estos equipos será de:

$$169.99 \left[\frac{USD}{\text{equipo}} \right] \times 500,000[\text{suscriptores}] \approx 84,5[\text{Millones USD}]$$

Es importante resaltar que la estimación anterior correspondería a un precio máximo que obtendrían los cuerpos de seguridad y emergencia ya que no considera ningún tipo de descuento, por lo que lo podemos considerar como un techo. Además, cabe subrayar que actualmente no existen equipos que operen bajo el esquema de segmentación A5, sin embargo resulta razonable estimar que los equipos terminales para operar en el esquema A5 tendrán costos y capacidades similares a los disponibles actualmente en otras bandas.

Cabe señalar, que así como en el caso de estudio para el despliegue de una red dedicada en el esquema A4, para el ejercicio de una red virtual en el esquema A5, no se contemplan los costos asociados al desarrollo de aplicaciones de software, ya que dicho desarrollo depende de las necesidades específicas de cada institución de seguridad. De hecho, en el esquema A4, al tratarse de terminales con plataforma propietaria cualquier aplicación adicional forzosamente tendría que ser desarrollada por el proveedor del equipo, en este caso de Motorola. Mientras que en el caso de estudio del esquema A5, al emplearse un equipo comercial basado en una plataforma abierta al desarrollo de aplicaciones, como lo es Android, iOS, Windows o Blackberry OS, cualquier aplicación específica de software puede ser desarrollada por la propia institución de seguridad pública.

Finalmente, es importante destacar que el objetivo de éste estudio no es la comparación entre equipos terminales, sino entre dos esquemas enfocados a proveer una solución para aplicaciones de seguridad pública.

El esquema estadounidense prejuzga la adopción de una tecnología y equipos sobre la banda de 700 MHz. Como contraparte, con segmentación APT y en el esquema de implementación de redes virtuales, los cuerpos de seguridad pública tendrán la oportunidad de optar por los equipos que mejor se ajusten a sus necesidades sin tener que sujetarse a los ofrecimientos técnicos de un proveedor específico, en virtud de la amplia gama de equipos con plataforma LTE que se prevé se encontrarán disponibles en el corto plazo.

² Precio al menudeo del smartphone sin bloqueo obtenido el 12 de septiembre de 2012 en la siguiente liga <http://www.amazon.com/Motorola-Defy-Unlocked-Cellphone-Warranty/dp/B00485CGHS/>. Cabe señalar que independientemente de la permanencia en el mercado de este modelo en particular, el orden de magnitud del precio de referencia se mantiene como el elemento importante para el diseño de política pública.

En la siguiente tabla se muestra un comparativo entre los dos escenarios, en donde es claro que los elevados costos asociados a la instalación y operación de una red dedicada que tendría que pagar el Estado, serían absorbidos indirectamente por los concesionarios en el escenario de una red virtual.

Esquema	Capex de la red (USD)	Opex (USD)
Red dedicada en A4	5,856,400,000	709,745,000
Red virtual en A5	84,995,000	225,684,000

Por otra parte, se muestra a continuación una comparación de las capacidades técnicas de un smartphone típico con las características que tendrían los equipos utilizados por los cuerpos de seguridad en la banda de 700 MHz. Como se mencionó anteriormente, actualmente no existen equipos para utilizarse con el esquema de segmentación A5, sin embargo, es razonable pensar que los equipos bajo A5 tendrán capacidades y costos similares a los teléfonos actuales.

Característica técnica	Esquema A4 (Motorola APX7500) (móvil para vehículo)	Esquema A4 (Motorola APX7000) (portátil de mano)	Esquema A4 (Motorola LEX 700) (portátil de mano)	Esquema A5 (equipo Motorola) (Smartphone)
Número de bandas	2	4	4	4
Tipo de Software	Propietario	Propietario	Propietario (Windows)	Código abierto (Android)
GPS	Sí	Sí	Sí	Sí
Tasa de transmisión de datos	9.6 kbps	N/A	No especifica.	3.6 Mbps
Memoria almacenamiento	N/A	64 MB	Hasta 32 GB	Hasta 32 GB
Memoria RAM	N/A	N/A	1 GB	512 MB
Cámara	No		8 MP	5 MP
Pantalla	Display LCD de 3 colores.	Display LCD, con todos los colores, 4 línea de texto x 14 caracteres	4" 800x480 WVGA	3.7" 854x480 WVGA
Videollamadas	No	No	No	Sí
Envío de imágenes	No	No	Sí	Sí
Puertos	USB	USB	USB 2.0	microUSB v2.0
Peso [kg]	3.17	0.335	0.233	0.188
Dimensiones	50.8 x 177.8 x 218.4 mm)	5.07" x 2.34" x 1.57"	5.3 x 2.8 x 0.7 in	107 x 59 x 13.4 mm
Temperatura de	-30°C /+60°C	-30°C /+60°C	-10°C /+55°C	N/A

operación				
Batería	N/A	2100 mAh	1930 mAh	1540 mAh

Por otro lado, en el esquema de la red privada virtual no existen consideraciones de costos de interconexión, debido a que las comunicaciones se realizan sobre IP, en las que por definición no existen costos de interconexión. Un ejemplo de esto es cuando un usuario realiza una búsqueda en Google, la búsqueda puede realizarse en los servidores ubicados en California, Florida o Brasil, sin que al usuario le cueste más la interconexión a estos puntos. Similarmente, las comunicaciones de la VPN se realizarán sobre IP, y los usuarios no pagarán costos de interconexión porque no existen. Esto es, dada la naturaleza de las comunicaciones basadas en IP, aún en transacciones que involucren el empleo de redes de diferentes operadores, dichas transacciones serán *de facto* equivalentes en términos de negocios a comunicaciones en modalidad *on-net*.

En el mundo IP el concepto de interconexión para eventos de conectividad *generados por un usuario* no existe.

En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos en la materia, los teléfonos comerciales tienen la ventaja de operar incluso hasta en 4 ó más bandas de frecuencias, por lo que en el esquema propuesto de VPN los usuarios de seguridad pública harán uso de la red de datos LTE en la banda de 700 MHz, mientras que para comunicaciones de voz podrán utilizar otras bandas y otras tecnologías, hasta en tanto se alcance un estado de madurez apropiado en la implementación de estándares como Voz sobre LTE (VoLTE). Sin embargo, empresas como Ericsson, Nokia Siemens Networks, Alcatel-Lucent y Huawei indican que VoLTE será implementable comercialmente en Q1 2013.

IV. Bandas alternativas

Actualmente los servicios de seguridad pública en el país ya gozan de espectro dedicado en diversas frecuencias como se ve en siguiente tabla:

4

Espectro dedicado actualmente para aplicaciones de seguridad

Banda [MHz]	MHz disponibles	Entidades que las usan
380-400	20	Federales y Estatales
1525-1544	19	Banda "L" operada por Telecomm
1545-1559	14	Banda "L" operada por Telecomm
1626.5-1645.5	19	Banda "L" operada por Telecomm
1646.5-1660.5	14	Banda "L" operada por Telecomm
821-824	3	Estatales y municipales
866-869	3	Estatales y municipales

Banda [MHz]	MHz disponibles	Entidades que las usan
4940-4990	50	Federales, estatales y municipales
Total	142	

Como se puede observar, los cuerpos de seguridad tienen asignado actualmente más de 100 MHz de espectro dedicado, lo que deja constancia de la suficiencia espectral para que las entidades de Seguridad Pública desarrollen sus tareas de comunicación y que en adición puedan desplegar redes más amplias en estas bandas para cubrir sus necesidades institucionales.

Considerando solamente la red IRIS de la SSP, ésta cuenta con 20MHz de espectro contiguo (380-400 MHz), lo cual es comparable al espectro contiguo que cualquier operador móvil del mundo posee. El espectro en 400 MHz de la red IRIS permite tener menos de la mitad de sitios que se tendrían en 700MHz y representa un patrimonio espectral muy valioso, debido a su gran valor y funcionalidad, este espectro esta reservado en EUA para aplicaciones militares.

Es conveniente señalar que la mayoría las bandas mencionadas anteriormente, no están identificadas como IMT, por lo que no resultan atractivas para ser usadas comercialmente. Además, el espectro de uso oficial se otorga bajo demanda, los cuerpos de seguridad y las entidades gubernamentales solicitan a la autoridad la asignación de canales en determinadas bandas. Aún cuando alguna agencia gubernamental solicitara más espectro, hay margen de maniobra en otras bandas para proveerles.

4

X

Referencias

Gildert, P. (2006, 29-Enero). *Power System Efficiency in Wireless Communication*, Ericsson. Retrieved 2012, 11-Julio from http://www.apec-conf.org/2006/APEC_2006_SP2_1.pdf

Hinojosa, F. C. (2012, 6-Enero). *Presidencia de la República*. Retrieved 2012, 11-Julio from <http://www.presidencia.gob.mx/2012/01/el-presidente-calderon-en-la-ceremonia-conmemorativa-del-dia-de-la-enfermera-2/>

Inegi. (2011). *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos* (Vol. 2). México, D.F.: INEGI.

México, B. d. (2012). TIPO de cambio para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera pagaderas en la. In *Diario Oficial de la Federación* (p. 672). D.F. Mexico: Secretaria de Gobernación.

México, B. d. (11 Julio 2012). TIPO de cambio para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera pagaderas en la República Mexicana. In *Diario Oficial de la Federación* (p. 108). D.F.: Secretaria de Gobernación.

Unión, C. d. (2011). *PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN PARA EL EJERCICIO FISCAL 2012*. D.F.

4

México, D.F., a 12 de septiembre de 2012

ANEXO 6

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

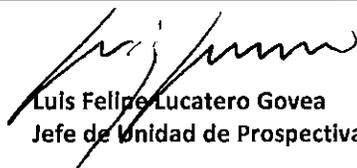
COEXISTENCIA DE LOS ESQUEMAS DE SEGMENTACIÓN A4 Y A5 PARA LA BANDA 698-806 MHz EN LA FRONTERA ENTRE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.

Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

DICTAMEN

Es técnica y económicamente viable la coexistencia entre el esquema de segmentación A5 (también conocido como APT) para la banda 698-806 MHz, en caso de su adopción en territorio mexicano, y el esquema de segmentación A4, mismo que actualmente se encuentra en operación en territorio estadounidense.

- Existen mecanismos de compartición del espectro ampliamente aceptados a nivel internacional que proporcionan una base sólida para la coordinación bilateral de frecuencias.
- Existe un protocolo vigente entre México y los EUA que rige el uso compartido de la banda 698-806 MHz con base en un principio de equidad para ambas partes.
- En un esquema tradicional de compartición de frecuencias en la frontera, las segmentaciones se encuentran normalmente alineadas en sus sentidos de transmisión.
- En el caso de segmentaciones con sentidos de transmisión invertidos a cada lado de la frontera, se requiere de un diseño especial de los mecanismos de compartición.
- En un escenario de cooperación y mutuo acuerdo entre las partes es posible la implementación de mecanismos equitativos de compartición de espectro.
- Aun frente a una situación bilateral adversa, existen mecanismos técnica y económicamente viables que permiten la coexistencia de las segmentaciones A4 y A5 en la frontera común.



Luis Felipe Lucatero Govea
Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación



Contenido del estudio

I.	Introducción sobre el uso compartido del espectro	3
II.	Instrumentos bilaterales vigentes (Acuerdo marco y Protocolo 700 MHz)	5
III.	Análisis de compatibilidad entre segmentaciones.....	8
IV.	Mecanismos viables de mitigación de interferencias	9
V.	Proceso de enmienda al Protocolo de 700 MHz	20
	Referencias.....	21

LE



I. Introducción sobre el uso compartido del espectro

El uso compartido de espectro, es un tema de especial interés cuando se aborda el tema de servicios de radiocomunicaciones en regiones fronterizas entre países, y cuyo insumo principal son las frecuencias del espectro radioeléctrico. Este recurso natural y sus características de propagación no respetan fronteras geográficas, necesidades de servicios específicos entre países, ni cuestiones de aplicación críticas o seguridad nacional, de ahí la importancia de establecer mecanismos de compartición adecuados, que permitan por una lado; la explotación óptima y eficiente del espectro radioeléctrico, y por otro, la operación eficiente y coordinada de servicios de radiocomunicaciones que atiendan las necesidades de cada país.

En este sentido, el establecimiento de mecanismos de uso compartido de espectro en la franja fronteriza México-Estados Unidos, persigue diversos objetivos, entre los que se destaca: el establecer y adoptar planes comunes para el uso equitativo de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico utilizadas para la provisión de servicios radiocomunicaciones terrenales a cada lado de la frontera común; y por otro, establecer las condiciones y criterios técnicos que regulen el uso de espectro radioeléctrico en la zona fronteriza. Ambos objetivos, basados en el reconocimiento mutuo sobre el derecho soberano de administrar sus telecomunicaciones, y en el deseo de cooperación y entendimiento bilateral enfocado en fomentar la provisión de servicios de telecomunicaciones eficientes y de calidad, y un óptimo uso del espectro radioeléctrico.

La formalización de dichos mecanismos se efectúa en la actualidad, mediante el establecimiento de Protocolos relativos a la adjudicación y uso de segmentos de espectro específicos, donde se establecen condiciones de uso, características técnicas de operación, zonas de coordinación, y demás condiciones aplicables, todos ellos en el marco de un Acuerdo bilateral entre los gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América en la materia.

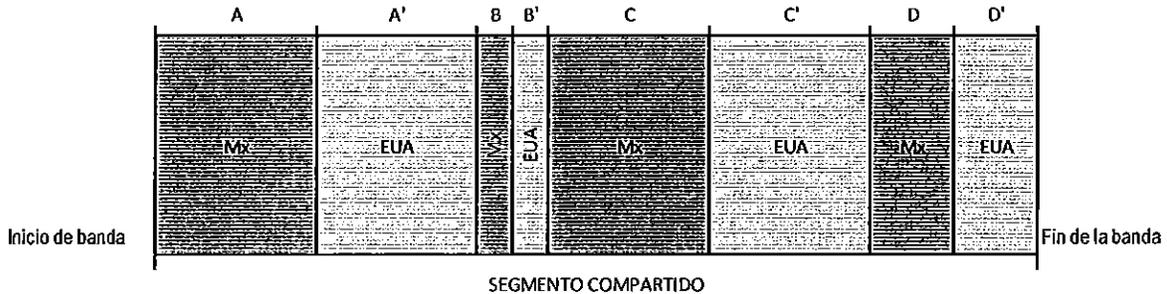
De manera general, son básicamente dos los mecanismos de compartición actualmente utilizados en la franja fronteriza: el esquema de uso primario y el esquema de uso co-primario, cuyas principales características se resumen a continuación.

Para el uso *primario* de espectro se definen canales o segmentos de espectro específicos que pueden ser utilizados por cada país de manera prioritaria, sin que lo anterior excluya su uso por el país contraparte, solo que este último tendrá que hacerlo sobre una base de uso secundaria, es decir, los sistemas desplegados dentro de la zona de coordinación por el país que tenga asignados los segmentos de espectro a título primario, gozaran de protección contra cualquier tipo de interferencia que pudiera ser provocada por la operación de sistemas desplegados por el país contraparte dentro de la zona de coordinación. Las condiciones técnico-operativas para el despliegue de sistemas dentro de la zona de coordinación, tanto para un uso primario como secundario quedan delimitadas en el contenido del Protocolo respectivo.



DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

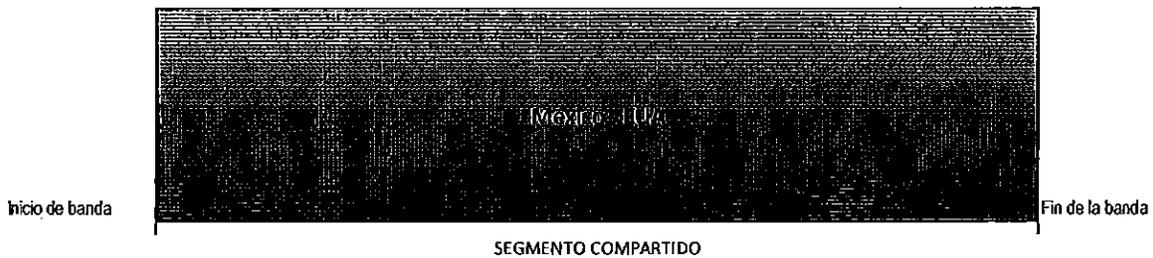
Compartición de una banda con adjudicaciones primarias



Donde los segmentos de espectro A, B, C y D representan una adjudicación primaria para México, en tanto que los segmentos A', B', C' y D' tienen una adjudicación primaria para los Estados Unidos de América (EUA).

Por su parte, el uso *co-primario* de espectro, no establece prioridad sobre el uso de segmentos de espectro específico, sino que establece límites a los niveles de energía con los que llega una determinada señal a la frontera. Existen diversos parámetros que permiten definir dichos niveles de energía, siendo el más comúnmente usado la denominada *densidad de flujo de potencia* (dfp), entendida ésta como la cantidad de energía que atraviesa una determinada superficie. Las unidades más comunes para dimensionar la dfp son los decibeles Watt sobre metro cuadrado (dBW/m²) o los decibeles miliWatt sobre metro cuadrado (dBm/m²). En algunos casos la dfp se puede normalizar respecto a un cierto ancho de banda.

Compartición de una banda con adjudicación co-primaria



En este caso, el segmento de espectro a ser compartido puede ser utilizado por ambos países independientemente del tipo de sistemas a desplegar y de las condiciones técnicas requeridas, con la única restricción de que los sistemas desplegados por cada uno de ellos deberán respetar los niveles de energía definidos a la frontera.

Finalmente, es de resaltar que los mecanismos de compartición referidos no son excluyentes, y que ambos o una combinación de ellos pueden ser utilizados dentro de la formalización de un

instrumento bilateral para el establecimiento de esquemas de compartición, basados todos ellos en ellos en un uso equitativo de espectro para ambos países.

II. Instrumentos bilaterales vigentes (Acuerdo marco y Protocolo 700 MHz)

Derivado de la relación bilateral entre México y Estados Unidos de América (en adelante "EUA"), en el año de 1994 se celebró el Tratado Internacional denominado: "Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobiernos de los Estados Unidos de América relativo a la atribución y al uso de las bandas de frecuencias por los servicios terrenales de radiocomunicaciones, excepto radiodifusión a lo largo de la frontera común" (en lo sucesivo el "Acuerdo").

El Acuerdo fue aprobado por el Senado de la República el 22 de diciembre de 1994, entró en vigor en México el 2 de junio de 1995, y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 3 de agosto de 1995; dicho instrumento bilateral buscó establecer las condiciones de uso de las bandas de frecuencias por los servicios terrenales de radiocomunicación en zonas a cada lado de la frontera común. La finalidad del Acuerdo consiste en establecer y adoptar estrategias comunes para el uso equitativo de las bandas de frecuencias, lograr una distribución equitativa de las frecuencias disponibles y establecer las condiciones y los criterios técnicos para regular el uso de las mismas; para lo cual las atribuciones de las bandas de frecuencias para los servicios específicos de radiocomunicación y las condiciones para su uso se harán constar en Protocolos que formarán parte integral del Acuerdo.

Ante la evolución tecnológica constante, así como condiciones y necesidades divergentes a cada lado de la frontera común, el Acuerdo permite su enmienda mediante mutuo acuerdo de las partes a través de intercambio de notas diplomáticas. El Acuerdo contempla que seguirá vigente hasta que sea remplazado por uno nuevo, sea terminado por mutuo acuerdo o de manera unilateral por alguna de las partes, lo que deberá realizarse de forma escrita a través de canales diplomáticos; la notificación de terminación surtirá efectos un año después de realizada.

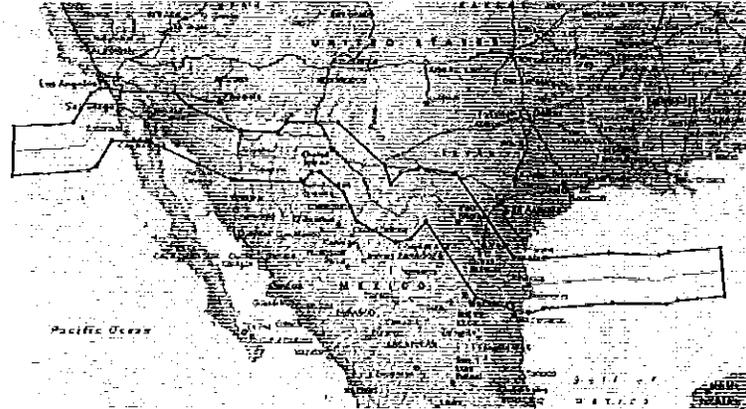
Derivado de lo anterior y en atención al Acuerdo, México y EUA celebraron en 2006 el: "Protocolo entre la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los Estados Unidos Mexicanos y el Departamento de Estado de los Estados Unidos de América Relativo a la Adjudicación y uso de la Banda de 698-806 MHz para servicios de radiocomunicación terrenal excepto radiodifusión a lo largo de la frontera común" (en lo sucesivo el "Protocolo").

El propósito del Protocolo consiste en establecer y adoptar un plan o estrategia para la adjudicación equitativa y uso de sub-bandas de frecuencias en la banda de 698-806 MHz (banda 700 MHz), en la zona de compartición que incluye las regiones fronterizas de México y Estados

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

Unidos y sus respectivas aguas territoriales dentro de una distancia de 110 kilómetro (68.35 Millas).

Zona de compartición en el protocolo de 700 MHz



U Aunado a lo anterior, el Protocolo tiene el propósito de establecer criterios técnicos que permiten a cada Administración regular el uso de las sub-bandas de frecuencias en la banda 700 MHz, así como establecer condiciones de uso mediante las cuales cada Administración puede usar las sub-bandas de frecuencias adjudicadas al otro país, siempre y cuando no causen interferencias perjudiciales a las estaciones que operan dentro del otro país.

El Protocolo establece las condiciones para la utilización de la banda 700 MHz en la zona de compartición a lo largo de la frontera común, estableciendo un plan de adjudicación entre México y EUA que permite en ciertos segmentos su utilización a título primario por alguna Administración y en otros segmentos la utilización co-primaria por ambos países.

Esquema de compartición actual conforme al Protocolo de 700 MHz



En este tenor, el Protocolo establece que para el uso de las sub-bandas de frecuencias 764-776 MHz y 794-806 MHz en la zona de compartición se adjudicarán a título primario a cada Administración, y las sub-bandas de frecuencias 698-764 y 776-794 estarán disponibles para ambas Administraciones sobre bases de igualdad (co-primario) para la prestación de servicios de

X

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

radiocomunicaciones dentro de sus respectivos territorios en la zona de compartición, como se observa del cuadro anterior.

Por lo que respecta a las sub-bandas de frecuencias 764-776 MHz y 794-806 MHz, el Protocolo prevé que las frecuencias de dichas sub-bandas adjudicadas a título primario a una Administración, pueden ser asignadas por la otra Administración a estaciones dentro de su territorio en la zona de compartición bajo una densidad de flujo de potencia (dfp) que no exceda 120 dBW/m² por 1 kHz, pudiendo exceder la dfp si todos los operadores potencialmente afectados de ambas Administraciones acuerdan un valor de dfp diferente y obtienen la aprobación de la Administración correspondiente. Cabe mencionar que las estaciones que operen bajo estas condiciones serán consideradas a título secundario.

Para las sub-bandas de frecuencias 698-764 MHz y 776-794 MHz, las condiciones que establece el Protocolo para su uso en la zona de compartición a lo largo de la frontera común entre México y EUA, consisten principalmente en una dfp máxima de -106 dBW/m² de todas las emisiones en cualquier punto de la frontera y en el compromiso de ambas Administraciones para establecer medidas apropiadas para eliminar interferencias perjudiciales causadas por las estaciones que operen en dichas sub-bandas.

4 No obstante lo anterior, el Protocolo prevé que las Administraciones podrán autorizar a los operadores de la otra parte en las sub-bandas 698-764 MHz y 776-794 MHz a coordinar los parámetros técnicos y operativos, exceder el valor de dfp con base en un entendimiento mutuo y previa notificación de dicho entendimiento a las dos Administraciones, así como a continuar las operaciones con una dfp mayor a -106 dBW/m² hasta que el entendimiento sea cancelado.

De conformidad con lo establecido en el Acuerdo, los Protocolos podrán enmendarse y emitirse otros adicionales mediante acuerdo escrito de las Administraciones. Para la terminación de estos Protocolos, el Acuerdo señala que podrá realizarse por mutuo acuerdo o a solicitud de alguna de las partes, mediante notificación escrita, la que entrará en vigor un año después de su recepción.

En ejercicio de lo previsto en el Acuerdo y señalado en el párrafo anterior, mediante escritos de fechas 19 de Julio de 2011 y 28 de julio de 2011, respectivamente, los EUA por conducto de la *Federal Communications Commission* y México a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, acordaron modificaciones al Protocolo, las cuales consistieron medularmente en:

- Sustituir la máxima dfp prevista en el Artículo III, numeral 2., inciso a., sub-inciso (i), por -96 dBW/m², la que no deberá ser excedida en la frontera o más allá de esta en ningún ancho de banda de 1MHz.
- Modificar el párrafo 3. del sub-inciso (iv), inciso a., numeral 2., del Artículo III en concordancia con la nueva dfp acordada y que se cita en el párrafo precedente.

- Adicionar un sub-inciso posterior al sub-inciso (iv) del inciso a., numeral 2., Artículo III, el cual señala que cuando no haya un operador contraparte a una distancia de no más de 110 km (68.35 millas) de la frontera, una Administración podrá imponer a sus operadores como condiciones de las estaciones que estas no generen una dfp que exceda de -96 dBW/m², salvo acuerdo en contrario entre las Administraciones.

III. Análisis de compatibilidad entre segmentaciones

En la mayoría de los casos encontrados en nuestra relación bilateral con los EUA, los escenarios de compartición de bandas de frecuencia en la frontera contemplan usos similares a ambos lados de la frontera, así como el uso de planes de segmentación iguales o equivalentes.

En estos casos los mecanismos de compartición son relativamente sencillos en virtud de que, al tratarse de esquemas de segmentación equivalentes, los sentidos de transmisión se encuentran alineados, es decir, en un mismo bloque de frecuencias opera, ya sea la transmisión del móvil o la transmisión de la base, en ambos lados de la frontera. En consecuencia no existen escenarios en los que la transmisión de una base coincida con la recepción de otra base o el mismo caso en los dispositivos móviles.

4

En tal escenario, el esquema de compartición más eficiente es el uso co-primario de la banda, ya que de esta manera es posible utilizar todo el espectro disponible en ambos lados de la frontera, siempre y cuando las operaciones respeten los límites de potencia que se acuerden entre ambas partes.

En los casos en que el uso de la banda difiere en ambos lados de la frontera o como en el caso que nos ocupa, la segmentación de la banda difiere, es necesario el establecimiento de los mecanismos que garanticen la coexistencia de dichas segmentaciones, tomando particular importancia aquellos bloques de la banda en donde los sentidos de transmisión sean contrarios.

El esquema de segmentación implementado en los EUA para la banda 698-806 MHz, el cual corresponde al esquema A4 definido por el Sector Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (el UIT-R), divide la banda en dos sub-bandas. La parte baja de 698 a 748 MHz y la parte alta de 748 a 806 MHz.

Cada parte es independiente y se encuentran segmentados en múltiples bloques que obedecen principalmente a un esquema de duplexaje por división de frecuencias (FDD). No obstante, la sub-banda baja incluye dos bloques en duplexaje por división de tiempo (TDD).

El esquema de segmentación diseñado por la Telecomunidad Asia-Pacífico (APT por sus siglas en inglés), que corresponde al esquema A5 del UIT-R, es un esquema totalmente FDD en el que se define un segmento de transmisión móvil de 703 a 748 MHz y uno de transmisión base de 758 a

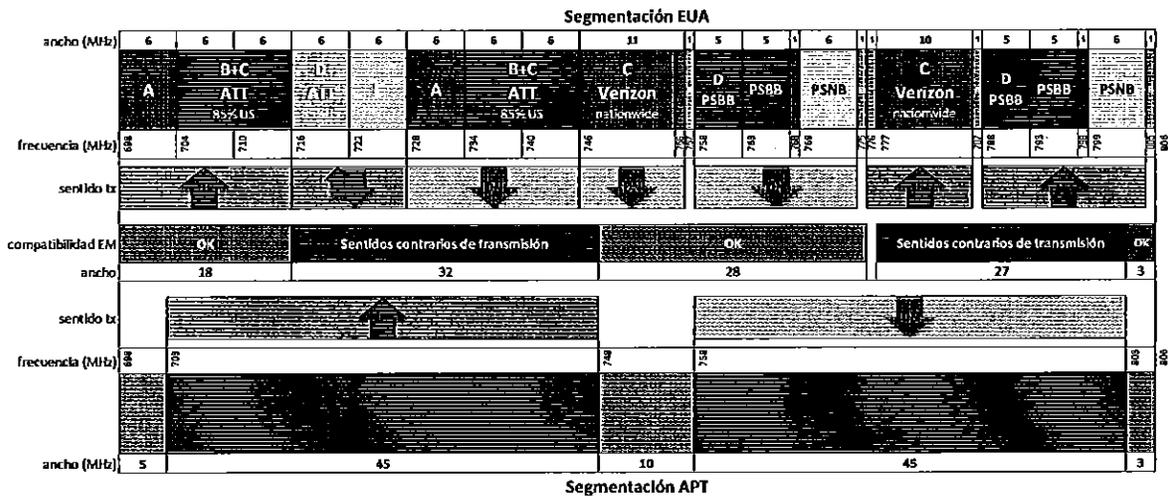
X

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

803 MHz (45+45 MHz). Asimismo cuenta con una separación dúplex de 10 MHz, una guarda inferior de 5 MHz y una guarda superior de 3 MHz.

En virtud de las diferencias entre ambos esquemas de segmentación, se han identificado tanto aquellos bloques en los que ambos esquemas son coincidentes en el sentido de la transmisión, como aquellos en los que los sentidos son opuestos. Lo anterior se ilustra a continuación.

Compatibilidad entre las segmentaciones EUA y APT



En el gráfico anterior se pueden observar de manera general cinco distintos bloques, tres de ellos muestran una perfecta alineación o que coinciden con bandas de guarda y por tanto no representan complejidad alguna para su compartición. Los dos bloques restantes, que van de 716 a 748 MHz y de 777 a 803 MHz, representan sentidos opuestos de transmisión.

De lo anterior se desprende que de los 108 MHz que conforman esta banda, los 59 MHz que involucran sentidos opuestos de transmisión deberán ser estudiados de manera especial y deberá buscarse el mecanismo idóneo de compartición a efecto de optimizar el uso de la banda en ambos lados de la frontera. Lo anterior siempre con base en el principio de equidad que siempre ha regido en nuestra relación bilateral con los EUA.

IV. Mecanismos viables de mitigación de interferencias

De manera paralela a las negociaciones que actualmente se llevan a cabo en el seno del Grupo de Tarea Bilateral sobre Planificación de los Servicios de Comunicaciones de la CCAN-T, se han llevado a cabo diversas consultas y estudios a efecto de encontrar alternativas viables de compartición en la frontera, que garanticen la coexistencia de dos planes distintos de segmentación para la banda 698-806 MHz.

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

Se ha explicado ya que existen dos líneas generales para establecer un mecanismo de compartición. Uno de ellos se basa en el uso de todo el espectro disponible a ambos lados de la frontera (uso co-primario), mientras que el segundo se basa en el uso parcial del espectro disponible (adjudicaciones primarias para cada parte), buscando en ambos casos establecer un uso equitativo del espectro por ambas partes.

Cabe mencionar que los diversos instrumentos vigentes entre México y los EUA en materia de radiocomunicaciones implementan alguno de estos mecanismos de compartición, o incluso que utilicen una combinación de ellos, como es el caso del Protocolo de la banda de 700 MHz, en el que los segmentos definidos para aplicaciones comerciales se encuentran compartidos a título co-primario, mientras que el segmento identificado en EUA para aplicaciones de seguridad se encuentra dividido en partes iguales en donde se definen ciertos bloques de uso primario para México y los restantes para uso primario de EUA.

Aun para el caso particular que nos ocupa, esto es, un escenario de compartición con dos esquemas de segmentación distintos y bloques con sentidos de transmisión invertidos, es posible la implementación de cualquiera de los mecanismos indicados, siempre y cuando exista el mutuo acuerdo de ambas partes.

U En el caso del uso co-primario se buscaría establecer un límite de protección en la frontera acordado por ambas partes, que restrinja de manera equitativa el despliegue de las redes en ambas partes de la frontera, lo cual es común en instrumentos bilaterales de este tipo. De tal forma que los operadores de ambas partes tendrán que diseñar la arquitectura de sus redes que se ubiquen en las cercanías de la frontera acorde a los parámetros establecidos, poniendo especial atención a la ubicación de las radiobases, el tamaño de las celdas y a la orientación de las antenas, así como considerar la integración de elementos, tanto activos como pasivos, que limiten la emisión de señales hacia el territorio de la otra parte.

Por otro lado, en caso de que se eligiera adjudicar bloques de frecuencias de uso primario (exclusivo) para las partes, se buscaría segmentar la banda de la forma más equitativa posible conforme lo permita la superposición de ambos esquemas de segmentación. En este escenario, ambas partes sacrificarían parte del espectro disponible a efecto de contar con bloques a título primario sin grandes restricciones técnico-operativas.

No obstante lo anterior, a efecto de dimensionar el impacto que tendría el que México opte por una segmentación distinta a la de los EUA, se debe contemplar un escenario adverso de negociación con el fin de delimitar el peor caso y de esta manera evaluar el costo asociado a tal decisión.



DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

En tal escenario de negociación, se deberá asumir que toda la carga de la compartición en la frontera será absorbida por los operadores mexicanos, de tal forma que esto no tenga mayor impacto en el despliegue de las redes de los operadores estadounidenses.

Dependiendo de las condiciones de operación en la zona fronteriza que eventualmente lleguen a ser acordadas con los EUA, que para efectos regulatorios se traducen en los valores máximos de emisión que deberán ser observados por los operadores de ambos países, ya sea bajo un esquema de utilización de bandas a títulos co-primario, primario o combinado; se hace notar que pueden existir diversos esquemas técnicos para el despliegue de las redes, traducándose en que los operadores que tengan presencia en la zona fronteriza podrán implementar diversas estrategias en el diseño, despliegue, operación y coordinación transfronteriza de sus redes de manera tal que se observe lo plasmado en los instrumentos bilaterales acordados para tal efecto.

Para poder cumplir con lo establecido en los instrumentos bilaterales, así como para evitar las interferencias con los servicios de los operadores del país vecino, los operadores se pueden valer de diversa técnicas de ingeniería que coadyuven a cumplir las condiciones de operación que se acuerden. De manera enunciativa más no limitativa, se pueden mencionar las siguientes variables técnicas para tales efectos:

4

- Altura de antenas
- Orientación de antenas (azimuth y sectorización)
- Inclinación de antenas (tilt)
- Aislamiento físico de antenas (shielding)
- Potencia de las radiobases
- Arquitecturas de micro, pico y femtoceldas
- Aislamiento de interferencias por distancia (zonas de exclusión)
- Coordinación técnica entre operadores
- Prestaciones propias de las tecnologías para el manejo de interferencias

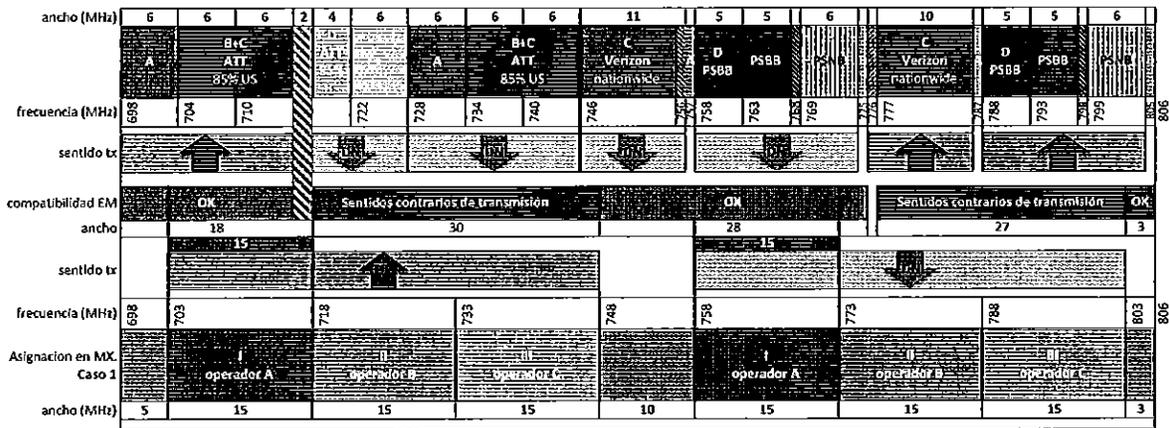
Tomando en consideración lo anterior, y con el propósito de mostrar tan solo una de las posibles alternativas técnicas de operación en la zona fronteriza, a continuación se presenta un estudio comparativo entre el esquema A4 y el esquema A5 en tres ciudades fronterizas. El estudio toma como base el costo de implementación de las redes de radiocomunicación necesarias para la provisión de servicios móviles de banda ancha.

El estudio analiza los gastos necesarios por parte de los operadores en México para la mitigación de interferencias en el despliegue de futuras redes LTE en la frontera común con los EUA, tanto en el esquema A4 como en el esquema A5. De tal forma que es posible evaluar y comparar de manera cuantitativa ambos escenarios para el despliegue de redes en México.

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

Como primer paso se consideran dos supuestos relativos a la compatibilidad entre los planes A4 y A5. Primero se asume que, de adoptarse el plan A5 en México, la banda 698-806 MHz será dividida en tres bloques iguales de 15+15 MHz.

En segundo lugar, se considera que los 2 MHz iniciales del bloque D de la segmentación implementada en los EUA serán usados como banda de guarda, en virtud del aislamiento necesario para proteger el bloque C contra interferencia de canal adyacente proveniente del bloque D, dados los sentidos de transmisión invertidos. Lo anterior según los estudios realizados por Qualcomm Inc., relativos a las características de los filtros conforme a los perfiles 3GPP de la banda 17 [1].



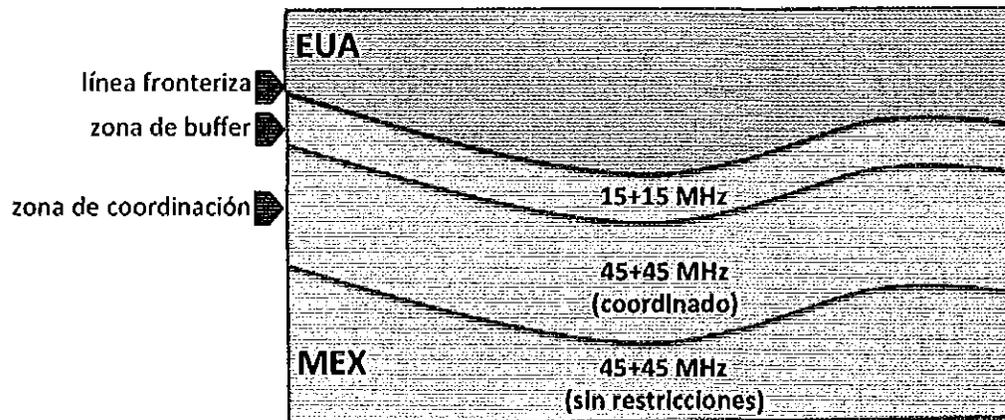
Con base en los supuestos anteriores, obtenemos que el primer bloque de 15+15 MHz identificado como I, no tiene conflictos respecto del sentido de la transmisión, tal como se puede observar en el gráfico anterior. Esto es, para el estudio del escenario de implementación del esquema A5, este bloque representa un esquema tradicional de coordinación en la frontera.

A efecto de llevar a cabo lo anterior, se han estudiado varios mecanismos de coordinación de frecuencias, con base en las mejores prácticas observadas a nivel internacional.

El mecanismo elegido para llevar a cabo el presente estudio se basa en el establecimiento de dos zonas de control en la zona fronteriza del territorio mexicano. La primera, inmediata a la línea fronteriza, se denomina zona de *buffer*, mientras que la segunda, inmediata a la zona de *buffer*, se denomina zona de coordinación.

En la zona de *buffer* sólo sería posible la operación del bloque I, mientras que en la zona de coordinación se contempla la operación de toda la banda, esto es 45+45 MHz. En el resto del territorio la operación de toda la banda será sin restricciones.

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.



Se eligió el caso de despliegue de redes para las ciudades de Tijuana, Ciudad Juárez y Matamoros dadas sus características en cuanto a penetración de los servicios y usuarios potenciales, que es donde se concentra la mayor demanda de servicios móviles y son casos significativos debido al tamaño de las ciudades y el poder adquisitivo que se encuentra en las mismas. Además, se ha tomado en consideración que en las ciudades elegidas el caso de interferencias en la frontera toma relevancia, toda vez que en las ciudades de EUA que comparten frontera con las ciudades mexicanas objeto de este estudio (San Diego, El Paso y Brownsville, respectivamente); existen ya desplegados servicios en la banda de 700 MHz.

Para la realización del estudio se partió de establecer la base de parámetros operativos de las redes, tomando en cuenta los siguientes supuestos:

El análisis de los casos en las ciudades seleccionadas parte de un criterio fundamental en el cual el factor preponderante para efectos del cálculo es la capacidad total requerida para cubrir a una población determinada en un área específica, esto debido a que bajo un esquema de operación de redes móviles de banda ancha, la capacidad de brindar una tasa de transferencia de datos a cierta cantidad de usuarios al mismo tiempo por cada radiobase define la cantidad de infraestructura que debe ser desplegada para asegurar que se cumplan los supuestos descritos a continuación.

Para el caso de implementación del esquema A5 se considera lo siguiente:

- Se establecerá una zona buffer y una zona de coordinación. Ambas zonas están definidas por la distancia máxima de coordinación requerida desde la frontera hacia el interior de México.
- El estudio se basa en la aplicación del modelo de propagación conocido como Hata-Okumura, a efecto de cumplir con los valores de protección a la frontera establecidos en el Protocolo de 700 MHz vigente.

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

- Aplicando el modelo de propagación citado y considerando la atenuación típica en un entorno denso urbano, así como una orientación de la antena de 60 grados respecto a la perpendicular con la línea fronteriza, para la zona buffer se obtiene una distancia de 1 km.
- Aplicando los mismos criterios, para la zona de coordinación se obtiene una distancia de 3.5 km
- En cualquiera de los casos, se requiere que los operadores lleven a cabo los ajustes necesarios en los emplazamientos con la finalidad de no exceder los límites de potencia en la frontera.
- Los ajustes mencionados pueden incluir limitaciones en la potencia de transmisión de las radiobases, cambio de posición de la antena, ajustes en la altura de la antena y otros ajustes.

Para el caso de implementación del esquema A4 se consideran dos operadores con bloques de 10+10 MHz cada uno replicando el escenario actual de los Estados Unidos de América, utilizando las bandas 17 y 13 respectivamente.

Supuestos generales

- El porcentaje de cobertura territorial en las tres ciudades es de 100%.
- Se consideran penetraciones de dispositivos inteligentes (teléfonos, tabletas, dongles, etc.) de 15%, 45% y 100%
- Los operadores que actualmente ejercen ya rentan una cantidad suficiente de emplazamientos, así que no hay necesidad de construir más de estas.
- La zona que se estudia en cada una de las ciudades se asume como un área rectangular equivalente que se conforma a partir de los datos de la superficie urbana y de la población colectados de la base del INEGI.
- Se asume que las radiobases adaptadas para operar la zona buffer y la zona de coordinación tendrán un costo del 50% mayor a una radiobase normal. Este costo se deriva de gastos de ingeniería, logísticos, etc., los cuales están asociados con los ajustes necesarios para cada emplazamiento.
- Dos escenarios posibles correspondientes a la congestión en las redes se definen de la siguiente manera: 1) las redes están congestionadas tanto para el caso del plan EUA como del plan APT 2) las redes no están congestionadas (escenario poco probable)
- Asimismo, como se mencionó anteriormente, se considera que en las ciudades que se estudian la hipótesis fundamental es que la demanda de conectividad es el factor que determina el número de radiobases a desplegar.

Se han considerado tres valores para la penetración de smartphones, esto con la finalidad de calcular la sensibilidad de los resultados ante este parámetro, los valores son 15%, 45% y 100%. El valor de 15% es una cifra pesimista hacia el año 2015 en México; el valor de 45% corresponde a la

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

cifra que se percibe como la más realista; el valor de 100% es una cifra agresiva que vale la pena sea considerada al momento de realizar el diseño de políticas públicas. Recordemos que este parámetro toma en cuenta todos los tipos de dispositivos de banda ancha que envían datos a través de las redes móviles (es decir, smartphones, tablets, USBs, dispositivos M2M, etc). Es claro que bajo las circunstancias y supuestos dados, la proporción de las inversiones necesarias y el tiempo de despliegue de las redes por parte de los operadores tanto en la segmentación A5 como en la segmentación A4, prácticamente siguen siendo los mismos. Así, las conclusiones obtenidas de este modelo se modifican por los cambios realizados ante este parámetro.

Por lo tanto, los resultados presentados en este estudio corresponden al escenario en el que la penetración de smartphones es del 45%. Para consultar los cálculos detallados, favor de referirse a los archivos adjuntos "cálculo dictamen 6 Tijuana rev2.xlsx", "cálculo dictamen 6 Matamoros rev2.xlsx" y "cálculo dictamen 6 Juarez rev2.xlsx".

Caso: Tijuana

De acuerdo con los supuestos básicos explicados anteriormente, los parámetros de geografía y demografía para la Ciudad de Tijuana son los siguientes:

Parámetros	Variable	Valor	Unidad	Origen
Área urbana total	a	637	km ²	Dato de INEGI
Dimensiones de la ciudad: longitud	b	40	km	Supuesto
Dimensiones de la ciudad: ancho	c	16.0	km	Supuesto
Ancho de la zona buffer	d	1	km	Dato de COFETEL obtenido del estudio Mitigación de la interferencia en la frontera
Ancho de la zona de coordinación	e	3.5	km	Dato de COFETEL obtenido del estudio Mitigación de la interferencia en la frontera
Población	f	1,559,683		Dato de INEGI
Densidad de población	g	2,212	1/km ²	Dato de INEGI

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

Representación aproximada de la zona urbana de la Ciudad de Tijuana.



Para consultar los cálculos detallados dé doble click al siguiente ícono.

4



cálculo dictamen 6
Tijuana rev2.xlsx

Caso: Ciudad Juárez

De acuerdo con los supuestos básicos explicados anteriormente, los parámetros de geografía y demografía para Ciudad Juárez son los siguientes:

Parámetros	Variable	Valor	Unidad	Notas
Área urbana total	a	189	km ²	Dato de INEGI
Dimensiones de la ciudad: longitud	b	20.5	km	Supuesto
Dimensiones de la ciudad: ancho	c	9.2	km	Supuesto
Ancho de la zona buffer	d	1	km	Dato de COFETEL obtenido del estudio Mitigación de la interferencia en la frontera
Ancho de la zona de coordinación	e	3.5	km	Dato de COFETEL obtenido del estudio Mitigación de la interferencia en la frontera
Población	f	1,321,004		Dato de INEGI
Densidad de población	g	7,004	1/km ²	Dato de INEGI

4

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

Para consultar los cálculos detallados dé doble click al siguiente ícono.



cálculo dictamen 6
Juarez rev2.xlsx

Caso: Matamoros

De acuerdo con los supuestos básicos explicados anteriormente, los parámetros de geografía y demografía para la Ciudad de Matamoros son los siguientes:

Parámetros	Variable	Valor	Unidad	Notas
Area urbana total	a	105	km2	Dato de INEGI
Dimensiones de la ciudad: longitud	b	11.5	km	Supuesto
Dimensiones de la ciudad: ancho	c	9.1	km	Supuesto
Ancho de la zona buffer	d	1	km	Dato de COFETEL obtenido del estudio Mitigación de la interferencia en la frontera
Ancho de la zona de coordinación	e	3.5	km	Dato de COFETEL obtenido del estudio Mitigación de la interferencia en la frontera
Población	f	489,815		Dato de INEGI
Densidad de población	g	4,681	1/km2	Dato de INEGI

4

Para consultar los cálculos detallados dé doble click al siguiente ícono.



cálculo dictamen 6
Matamoros rev2.xlsx

Resultados comparativos

Resultados comparativos	
Escenario 1: Las redes están congestionadas tanto para el caso del plan EUA como del plan APT con coordinación (la congestión solo existe en la zona buffer)	
Ciudad (caso)	Gastos de capital (millones de USD)
Tijuana (A5)	72

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

Tijuana (A4)	162
Ciudad Juárez (A5)	80
Ciudad Juárez (A4)	152
Matamoros (A5)	30
Matamoros (A4)	56
Escenario 2: Las redes no están congestionadas	
Ciudad (caso)	Gastos de capital (millones de USD)
Tijuana (A5)	144
Tijuana (A4)	162
Ciudad Juárez (A5)	159
Ciudad Juárez (A4)	152
Matamoros (A5)	59
Matamoros (A4)	56

Conclusiones

- La implementación del esquema de segmentación A5 con este mecanismo de mitigación de interferencia es más viable económicamente en comparación con la implementación del esquema A4.
- En el escenario conservador, en el cual se asume que no hay congestión en las redes, el despliegue de la red LTE en el esquema A5 requerirá las siguientes inversiones de capital en comparación con el esquema A4 con coordinación. En los casos concretos:
 - 13% menos inversión en Tijuana
 - 4% más inversión en Ciudad Juárez
 - 5% más inversión en Matamoros
- En el escenario probable en el cual las redes están congestionadas tanto para el plan A4 como para el plan A5, el despliegue de la red LTE bajo el esquema A4 requerirá mayor inversión de capital que en el esquema A5 con coordinación. En los casos concretos:
 - 126% más inversión en Tijuana
 - 91% más inversión en Ciudad Juárez
 - 90% más inversión en Matamoros

De lo anterior se desprende que en cualquiera de los casos estudiados, el costo de implementación de redes en el esquema A5 (APT), es casi igual o significativamente menor (en los casos lo más probables) que en el esquema A4. Esto es, aun en un escenario adverso en el que

DICTAMEN: Coexistencia de los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz en la frontera entre México y los Estados Unidos de América.

México sólo tuviera acceso a la tercera parte del total de la banda, el despliegue de redes en la zona fronteriza empleando el esquema APT es económicamente viable. Esto en caso de que las condiciones de operación en la frontera posibiliten el uso de la totalidad del espectro, las ventajas del esquema A5 se ven amplificadas.

Conforme a este ejercicio, en el cual habría que limitar las operaciones en una pequeña franja de la frontera (zona de buffer), no se estima que tal situación pudiera demeritar el valor de la banda de frecuencias en cuestión frente a un posible proceso de licitación, toda vez que el caso de negocios de los operadores comprende el análisis de la situación por regiones de servicios, en las que las potenciales afectaciones o inversiones adicionales en ingeniería y despliegue de redes que se tengan que hacer para cumplir los acuerdos internacionales no han sido históricamente un factor determinante que impacte el valor alcanzado en otros ejercicios licitatorios.

Por citar algunos ejemplos de lo anteriormente mencionado se cuenta con el caso de las licitaciones de las bandas 1.9 GHz y 1.7/2.1 GHz, las cuales se encuentran sujetas a sendos Protocolos bilaterales que especifican diversas condiciones de operación especiales en la zona fronteriza, los cuales no jugaron un factor determinante en cuanto al valor obtenido en los respectivos concursos.

4

Ahora bien, las implicaciones hacia los usuarios que se encuentren en la zona fronteriza, en términos de la calidad del servicio, es que los usuarios que utilicen servicios de las redes desplegadas en las poblaciones fronterizas de México se verán beneficiados gracias a la posibilidad de contar con comunicaciones de banda ancha que hagan utilización de canales más anchos que los canales que se utilizan en los EUA, tal como se ha dejado patente en el caso de estudio aquí descrito, contando con una mejor experiencia de uso y altas tasas de transmisión de datos.

Por otra parte, debido a que los servicios de banda ancha en la banda de 698-806 MHz no son totalmente compatibles entre los países debido a los diferentes planes segmentación, evidentemente no se observa en principio viable que sea posible llevar a cabo un *roaming* sin limitaciones dentro de esta banda. Sin embargo, los adelantos tecnológicos actuales y previstos en cuanto al diseño y fabricación de terminales, han permitido que el *roaming* internacional sea posible debido a la existencia de dispositivos multibanda y multiestándar. Hoy en día prácticamente todos los dispositivos móviles cuentan con estas prestaciones, las cuales forman parte del costo de los equipos, sin que el usuario tenga que desembolsar una cantidad adicional por contar con éstas, o sujetarse a procedimientos adicionales para garantizar el *roaming* transfronterizo. Para el caso particular de la relación México-EUA, es importante destacar que existen diversas bandas cuyo uso es idéntico en lo que toca a segmentación y servicios, particularmente para las comunicaciones móviles. Este es el caso de las bandas de 850 MHz, 1900 MHz y 1.7/2.1 GHz.

V. Proceso de enmienda al Protocolo de 700 MHz

Tal como se establece en el preámbulo de la Constitución de la UIT [2], se reconoce en toda su plenitud el derecho soberano de cada Estado a reglamentar sus telecomunicaciones, lo que se realiza conforme a los intereses de cada país. En este sentido, la puesta en funcionamiento de servicios técnicamente factibles en México se realiza bajo un principio básico de no interferencia, ya sea entre servicios establecidos dentro del propio territorio nacional, como entre servicios en territorio nacional y servicios establecidos en territorios extranjeros.

En este sentido, conforme a lo indicado en el artículo 45 de la Constitución de la UIT; todas las estaciones, cualquiera que sea su objeto, deberán ser instaladas y explotadas de tal manera que no puedan causar interferencias perjudiciales a las comunicaciones o servicios radioeléctricos de otros Estados Miembros.

No obstante lo anterior, la práctica común es la de establecer acuerdos bilaterales y/o multilaterales para definir las condiciones técnicas y de operación para facilitar la convivencia de los servicios de los países que comparten fronteras, como es el caso de la frontera común que comparte México con los EUA.

LE Tales prácticas se observan en la relación México – EUA respecto al uso y compartición equitativa del espectro en la zona fronteriza; relación en la cual es de destacar que si bien no en todas las bandas de frecuencias se cuenta con algún instrumento bilateral para regular su utilización en la zona de la frontera común (como por ejemplo las bandas de 3.5 GHz y de 70/80 GHz), para otras bandas y servicios que tienen requerimientos de operación complejos, como es el caso de los servicios móviles, el contar con un instrumento bilateral es fundamental para asegurar que la operación de los sistemas que se desplieguen en México se realice libre de interferencias perjudiciales.

Como se indicó en el Capítulo II del presente dictamen, la utilización compartida de la banda de 698-806 MHz en la frontera común entre México y EUA, se encuentra regulada por el Protocolo respectivo.

En este sentido, las partes podrán modificar el Protocolo de 700 MHz a través de los mecanismos definidos al efecto en el Acuerdo del que emana, con el objeto de definir las nuevas condiciones de compartición que conlleven al mejor uso de la banda en condiciones de equidad para ambas partes.

La determinación del mecanismo de compartición, así como de los parámetros técnico-operativos deberán ser acordados entre ambos países, de conformidad con los lineamientos de trabajo que ha implementado el Comité Consultivo de Alto Nivel en materia de Telecomunicaciones México-

A

Estados Unidos (CCAN-T), para lo cual se ha dispuesto la reactivación del denominado Grupo de Tarea Bilateral sobre Planificación de los Servicios de Comunicaciones.

Actualmente se encuentran en curso las negociaciones respectivas y se prevé que en los próximos meses las Administraciones de México y los EUA, una vez discutidos y analizados los diferentes escenarios de compartición y definidos los parámetros técnicos que se deberán usar en la zona fronteriza, se modifique el Protocolo existente a través de los mecanismos establecidos en el Acuerdo.

Referencias.

[1] *Qualcomm Incorporated.- Comments In the Matter of Promoting Interoperability in the 700 MHz Commercial Spectrum. Interoperability of Mobile User Equipment Across Paired Commercial Spectrum Blocks in the 700 MHz Band. Junio 2012*

[2] Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.- Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

