

PROPUESTA DE ADOPCIÓN DE ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN PARA LA BANDA DE FRECUENCIAS 2500-2690 MHz, CONFORME A LA RECOMENDACIÓN UIT-R M.1036, PARA SU UTILIZACIÓN EN SERVICIOS DE ACCESO INALÁMBRICO DE BANDA ANCHA

ANTECEDENTES

1. En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, celebrada del 8 de mayo al 2 de junio del año 2000 (CMR-00) se identificó a la banda 2500-2690 MHz como una banda propicia para el despliegue de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT por sus siglas en inglés). Lo anterior, quedando de manifiesto con la nota 5.384A del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (RR) y la Resolución 223 (REV.CMR-07¹) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
2. Durante la III Reunión del Comité Consultivo Permanente II (CCP-II), de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) celebrada del 19 al 22 de julio de 2004, se adoptó la Recomendación CCP.II/REC. 7 (III-04), denominada "*Disposiciones de frecuencias para la implementación del componente terrenal de las comunicaciones móviles internacionales 2000 (IMT-2000) en las bandas de 2500-2690 MHz*", en la que se recomienda a las Administraciones de la CITEL tener en cuenta que las disposiciones de frecuencias deberían incluir un bloque central de por lo menos 50 MHz, asegurándose de que cualquier banda de guarda se saque del bloque central.
3. Durante la IV Reunión del CCP-II de la CITEL, celebrada del 6 al 9 de diciembre de 2004, se adoptó la Recomendación CCP.II/REC. 8 (IV-04), denominada "*Disposiciones de bandas de frecuencias para las IMT-2000 en las bandas de 806 a 960 MHz, 1710 a 2025 MHz, 2110 a 2200 MHz y 2500 a 2690 MHz*", en la que se recomienda a los Estados miembros de la CITEL considerar las opciones para las disposiciones de las Bandas de frecuencia incluidas en la Recomendación, entre las cuales se encuentra la disposición de frecuencias correspondiente a la banda 2500-2690 MHz.
4. Durante la XV Reunión del CCP-II de la CITEL, celebrada del 31 de agosto al 3 de septiembre de 2010, se adoptó la Recomendación CCP.II/REC. 28 (XV-10), denominada "*Replanificación de la banda de 2500-2690 MHz para sistemas móviles de acceso inalámbrico de banda ancha*", en la que se insta a los Estados miembros de la CITEL a replanificar el espectro en la banda 2500-2690 MHz, incluyendo reatribuciones al servicio móvil,

¹ Esta Resolución ha sido revisada por la CMR-12

considerando lo indicado en la Recomendación de la CITEL CCP.II/REC. 8 (IV-04).

ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA LA ADOPCIÓN DEL ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN DE LA BANDA DE 2500-2690 MHz

PRIMERO. Atribución Internacional de la Banda 2500-2690 MHz. El Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), en su artículo 5, sección IV: "Cuadro de Atribuciones de Frecuencias", indica que para la Región 2, a la que pertenece México, la banda de frecuencias 2500-2690 MHz está atribuida a los servicios especificados en la tabla siguiente:

Banda de Frecuencias (MHz)	Atribución a Servicios
2500-2520	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico
2520-2655	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE
2655-2670	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)
2670-2690	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)

SEGUNDO. Atribución de la banda 2500-2690 MHz en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias. El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) es una disposición administrativa que indica el servicio o servicios de radiocomunicaciones a los que se encuentra atribuida una determinada banda de frecuencias del espectro radioeléctrico, así como información adicional sobre el uso y planificación de determinadas bandas de frecuencias.

Ahora bien, la atribución de la banda 2500-2690 MHz, de conformidad con la versión del CNAF publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de febrero de 2012, es la siguiente:

Banda de Frecuencias (MHz)	Atribución a Servicios
2500-2690	FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico

TERCERO. Administración del Espectro Radioeléctrico de conformidad con la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El artículo 44, numerales 1 y 2 de la Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (Constitución de la UIT), dispone lo siguiente:

"Artículo 44. Utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas y de la órbita de los satélites geoestacionarios y otras órbitas.

1. 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.

2. 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".

(Énfasis añadido)

Por su parte, el RR, Instrumento de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) que regula el uso de los recursos espectrales y satelitales, en su preámbulo retoma los preceptos de la Constitución de la UIT antes citados y establece, entre sus objetivos, los siguientes:

"(...)

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.

(...)

Ahora bien, a efecto 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".

Una vez hecha la aclaración pertinente y de conformidad con la Recomendación UIT-R SM.1047-2 "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 beneficio del recurso espectral y, en atención a su demanda, existe una necesidad de mejorar su gestión.

Por otra parte, el Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R) 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, el UIT-R recomienda que en la administración nacional del espectro radioeléctrico se consideren, entre otros, los siguientes temas:

- principios fundamentales de la gestión del espectro,
- planificación del espectro,
- prácticas de Ingeniería del espectro, (coordinación, análisis técnico, reducción de la interferencia, etc.)
- autorización de frecuencias, (derechos de espectro, atribuciones, asignaciones, licencias, etc.)
- utilización del espectro (incluida la eficacia de la utilización del espectro y la demanda de espectro),
- control del espectro (inspección y control),
- automatización de la gestión del espectro e integración con los sistemas de comprobación técnica del espectro,
- economía del espectro (canon del espectro);
- normas y autorización de equipos

Por otra parte, el UIT-R se encarga de definir las disposiciones de frecuencias para las bandas identificadas como IMT, a través de las recomendaciones apropiadas. Tales disposiciones determinan las opciones de segmentación para cada una de las bandas atendiendo criterios de ingeniería del espectro radioeléctrico y planificación para su futura utilización, privilegiando el uso eficiente y racional del espectro.

En este contexto, el Instituto, de conformidad con el artículo 54 de la LFTR, debe ejercer la administración del espectro según lo dispuesto en la Constitución, en la LFTR, en los tratados y acuerdos internacionales firmados por México y, en lo aplicable, siguiendo las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos internacionales. De manera que el Instituto, acorde a la Recomendación UIT-R SM.1047-2 "Gestión Nacional del Espectro", realiza una planeación oportuna del espectro radioeléctrico, de conformidad con las mejores prácticas y recomendaciones internacionales, lo que deriva en uso eficiente de este recurso.

CUARTO. Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT). Como parte de las labores del UIT-R, se han realizado los estudios orientados a estimar los requerimientos de espectro necesarios para satisfacer el incremento en la demanda de conectividad ocasionada por los significativos avances en las tecnologías de banda ancha móvil y el despliegue de sus redes.

Para tales fines, se ha propuesto un enfoque que contempla la relación entre el espectro, los mercados, los servicios y los aspectos tecnológicos. Estos elementos, en conjunto con las disposiciones regulatorias, resultan indispensables para el desarrollo de comunicaciones inalámbricas de banda ancha que satisfagan las necesidades de los usuarios.

Dichos elementos se concentran en factores esenciales y relacionados entre sí, que resultan necesarios para impulsar las tecnologías inalámbricas de la información y comunicación (TIC). Los factores mencionados se concentran en el acrónimo EMeRT² el cual se describe a continuación:

- El Espectro, que es el recurso natural de las comunicaciones inalámbricas.
- El Mercado, que no sólo incluye las necesidades de los usuarios y su demanda de servicios, sino que también es el motor económico de los modelos empresariales.
- La reglamentación, que abarca la autorización para utilizar el espectro y proporciona controles para cerciorarse de que el recurso natural que representa el espectro sea compartido adecuadamente por los titulares de las correspondientes concesiones.
- La Tecnología, que hace posible la utilización del espectro necesario para prestar los servicios y las capacidades que requiere el consumidor, de conformidad con los criterios especificados por la regulación.

² Fuente: UIT, Desarrollo de las IMT-Avanzadas: El enfoque EMeRT, 2008
<http://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=10&ipage=39&ext=html>

En este sentido, con base en los factores EMERT, el UIT-R ha identificado un conjunto interrelacionado de Recomendaciones e Informes en los que se especifica el nivel de las capacidades de comunicación inalámbrica requeridas con miras a su despliegue a nivel mundial. Dichas publicaciones son el producto de los trabajos realizados por los sectores público, industrial y privado para la creación de un sistema mundial de telecomunicaciones móviles internacionales de banda ancha conocidas como IMT.

Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales Avanzadas (IMT-Avanzadas) son sistemas móviles dotados de capacidades que superan las ofrecidas por los sistemas IMT-2000. Estos sistemas dan acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones, en especial a los servicios móviles avanzados, admitidos por redes fijas y móviles que emplean principalmente la transmisión por paquetes.

Los sistemas IMT-2000 e IMT-Avanzados 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.

Las características esenciales de las IMT-Avanzadas son las siguientes:

- Alta eficiencia espectral.
- Latencias bajas para permitir nuevas aplicaciones sensibles al retardo.
- Alto grado de uniformidad de funciones en todo el mundo manteniendo al mismo tiempo la flexibilidad de admitir una amplia gama de servicios y aplicaciones rentables.
- Compatibilidad de servicios con las IMT y las redes fijas.
- Capacidad de interoperabilidad con otros sistemas de acceso radioeléctrico.
- Servicios móviles de elevada calidad.
- Equipo de usuario de bajo costo y baja complejidad para su uso a nivel mundial.
- Aplicaciones, servicios y equipos de fácil utilización.
- Capacidad de itinerancia mundial.
- Velocidades máximas de transmisión de datos mejoradas para admitir aplicaciones y servicios avanzados (como objetivo a los efectos de la investigación, se han establecido velocidades de 100 Mbps para una movilidad alta y de 1 Gbps para una movilidad baja).

Los sistemas IMT-Avanzados soportan aplicaciones que cumplen con estándares y protocolos abiertos tales como navegación web, correo electrónico, descarga de archivos sin limitación de tamaño, video y audio en *streaming*, servicios de localización, mensajería instantánea, juegos multijugador en línea, etc.

QUINTO. Importancia de la banda de 2500-2690 MHz para el despliegue de banda ancha en México. La evolución tecnológica del sector de telecomunicaciones ha propiciado en años recientes el incremento acelerado en la demanda de conectividad de servicios de banda ancha, particularmente en su modalidad móvil. Esto, aunado al aumento de los requerimientos de los usuarios conectados a dichas redes y a los hábitos de consumo de este tipo de servicios han resultado en el aumento sostenido del tráfico a nivel global, superando considerablemente los pronósticos calculados en el pasado.

El incremento en la capacidad de las redes se logra principalmente mediante la mejora en las tecnologías y técnicas para el aprovechamiento del espectro, así como con el aumento en el despliegue de infraestructura de red para ampliar tanto la cobertura como la capacidad. No obstante, las mejoras tecnológicas tienen límites en cuanto a su eficiencia espectral, mientras que la ampliación de infraestructura es técnica y económicamente viable hasta ciertos límites. Por lo tanto, además de combinar tecnología e infraestructura, se hace necesario contar con más espectro para asegurar la óptima provisión de servicios.

En particular, la banda de frecuencias 2500-2690 MHz cuenta con características de propagación y permeabilidad que la hacen ideal para ofrecer servicios que requieran de gran capacidad de red con elevadas tasas de transmisión de datos en zonas densamente pobladas, además de posibilitar la disposición de bloques amplios de espectro contiguos, dada la cantidad de espectro disponible dentro de la banda.

La cantidad de espectro contiguo disponible dentro de esta banda representa un elemento de gran relevancia para la operación de tecnologías de banda ancha inalámbrica, debido a que el uso de bloques de espectro contiguo lo suficientemente amplios permiten mejorar las tasas de transmisión y capacidades de tráfico respecto al uso de bloques de espectro de menor ancho. Para el caso de México, una comparación con bandas de características físicas similares y que proveen servicios de banda ancha móvil son las bandas PCS (Servicios de Comunicaciones Personales) y AWS (Servicios Inalámbricos Avanzados). PCS tiene un esquema de bloques pareados de 60 MHz (1850-1910 / 1930-1990 MHz) y, de manera similar, AWS contempla un esquema de bloques pareados de 60 MHz (1710-1770 - 2110-2170 MHz). En el caso de la banda de 2.5 GHz, se dispondrá de 190 MHz, cuyos esquemas de segmentación indicados más adelante, prevén bloques de frecuencia mayores a los disponibles en las bandas PCS y AWS, además de contemplar el uso de dos modos de duplexaje.

Asimismo, gracias a la longitud de onda más corta que las de bandas inferiores a 1 GHz, la banda 2500-2690 MHz aprovecha en mayor medida las capacidades de las antenas inteligentes que utilizan técnicas como MIMO (del inglés "Multiple Input

- *Multiple Output*”). Por lo tanto, las diferencias de desempeño en los entornos en los cuales esta banda puede ser utilizada en relación con las bandas por debajo de 1 GHz, hace que la banda de 2500-2690 MHz sea una alternativa eficaz para favorecer la complementariedad entre redes que utilicen bandas altas para brindar mayor capacidad y bandas bajas para una mejor cobertura y permeabilidad.

Con base en los puntos anteriormente expuestos, se considera que la banda de frecuencias de 2500-2690 MHz reviste una importancia estratégica en el cumplimiento de los objetivos y estrategias de desarrollo nacional en materia de telecomunicaciones, al ser una banda propicia para la operación de sistemas de banda ancha móvil que permitan hacer frente a los retos que representan el incremento en la demanda de conectividad y el crecimiento del volumen del tráfico móvil en nuestro país.

SEXTO. Alternativas de Segmentación de la banda 2500-2690 MHz. En el seno del 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 (GT-5D), el cual es responsable de los aspectos globales radioeléctricos del sistema IMT (IMT-2000 e IMT-Avanzados), incluidos los asuntos técnicos, de operación y de empleo del espectro. En especial, el GT-5D se ocupa de la elaboración y actualización de las Recomendaciones sobre la componente terrenal de las IMT.

En tal sentido, el GT-5D está a cargo de la revisión y actualización de la Recomendación UIT-R M.1036, denominada "*Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas determinadas para las IMT en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR)*", (en lo sucesivo Recomendación UIT-R M.1036), 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 recomendadas tienen el fin 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 Recomendación UIT-R M.1036, el GT-5D ha dispuesto incluir diversos esquemas de segmentación para la banda 2500-2690 MHz conforme al cuadro siguiente:

Arreglos de frecuencias	Arreglos pareados					Arreglos no pareados (ej. para TDD) (MHz)
	Transmisor de la estación móvil (MHz)	Separación central (MHz)	Transmisor de la estación base (MHz)	Separación Dúplex (MHz)	Uso de la separación central	
C1	2500-2570	50	2620-2690	120	TDD	2570-2620 TDD
C2	2500-2570	50	2620-2690	120	FDD	2570-2620 FDD DL externo
C3	Flexible FDD/TDD					

SÉPTIMO. Desarrollo de Estándares en la banda 2500-2690 MHz. La segmentación de la banda 2500-2690 MHz, conforme a lo especificado en la recomendación UIT-R M.1036, es útil no sólo para efectos de la regulación y armonización de uso de la misma, sino también 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 (del inglés "3rd Generation Partnership Project") es uno de los principales cuerpos 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 tecnologías empleadas hoy en día por la mayoría de las redes de servicios 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, HSPA, LTE y LTE-A.

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 estándares, mismos que son definidos 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 estandarizadas hasta ahora por el 3GPP incluyen configuraciones de bandas y segmentaciones que se han definido conforme se muestra en la tabla siguiente, resaltando aquellas bandas que ocupan parte o se encuentran dentro del segmento 2500-2690 MHz:

Bandas operativas definidas por el 3GPP³

E-UTRA Banda Operativa	Banda operativa de subida (UL) Estación Base (BS) recibe Terminal de usuario (UE) transmite		Banda operativa de bajada (DL) Estación Base (BS) transmite Terminal de usuario (UE) recibe		Modo Dúplex		
	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
27	807 MHz	-	824 MHz	852 MHz	-	869 MHz	FDD
28	703 MHz	-	748 MHz	758 MHz	-	803 MHz	FDD
29 ²		N/A		717 MHz	-	728 MHz	FDD
30	2305 MHz	-	2315 MHz	2350 MHz	-	2360 MHz	FDD
31	452.5 MHz	-	457.5 MHz	462.5 MHz	-	467.5 MHz	FDD
32 ²		N/A		1452	-	1496 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
 NOTA 2: Limitada a la operación E-UTRA cuando se configura agregación de portadoras. La banda operativa de bajada se para con la banda operativa de subida (externa)

³ ETSI TS 136 104 V12.6.0 (2015-02), Technical specification, LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (3GPP TS 36.104 version 12.6.0 Release 12), Febrero 2015

de la configuración de agregación de portadora que está soportando la celda primaria (Pcell)

Para el caso particular de la banda 2500-2690 MHz, el grupo de estandarización 3GPP ha desarrollado las especificaciones técnicas para la utilización de partes de la banda 2500- 2690 MHz para tecnologías de banda ancha móvil. En lo tocante al segmento 2500-2570/2620-2690 MHz el 3GPP ha desarrollado el perfil estandarizado clase 7 (FDD), para el segmento 2570- 2620 MHz el perfil clase 38 (TDD) y, finalmente, para el segmento 2496-2690 MHz el perfil clase 41 (TDD).

Las tecnologías de acceso inalámbrico móvil de banda ancha tales como LTE y WIMAX son compatibles con esquemas de acceso dúplex tanto FDD como TDD. Gracias a tal flexibilidad, la dependencia entre tecnologías, bandas y modos de transmisión es hoy menos relevante que en el pasado.

Asimismo, la neutralidad tecnológica depende en buena medida del potencial del modelo comercial, en donde las economías de escala constituyen un elemento clave para la apropiación masiva de las tecnologías y, por ende, contar con un mercado competitivo y con alto grado de innovación.

En el caso particular de la banda 2500-2690 MHz, los esquemas de segmentación estandarizados por el 3GPP han sido estructurados de modo tal que se permite la implementación de redes que sean compatibles con equipos de infraestructura y dispositivos de amplia disponibilidad tanto en modo TDD como FDD.

Por su parte, la tecnología WIMAX es capaz de operar en las bandas clase 38 y 41 estandarizadas por el 3GPP. No obstante, en el ámbito internacional se ha observado la migración tecnológica de diversos operadores de redes WIMAX hacia tecnología LTE TDD, tal es el caso de operadores de países como Estados Unidos de América, India, Rusia, Taiwán y Venezuela, entre otros.

OCTAVO. Disponibilidad Tecnológica y Desarrollo de Redes. Existen 3 bandas definidas por el 3GPP para la operación de redes de banda ancha móvil que abarcan la banda de 2.5 GHz: bandas 7, 38 y 41⁴. Sus características se definen en la tabla siguiente:

Bandas operativas definidas por el 3GPP para la banda 2.5 GHz⁵

Banda E-UTRA	Uplink (UL)	Downlink (DL)	Modo dúplex
7	2500-2570 MHz	2620-2690 MHz	FDD
38	2570-2620 MHz	2570-2620 MHz	TDD

⁴ ETSI, ETSI TS 136 101 V11.7.0 (2014-03) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (3GPP TS 36.101 version 11.7.0 Release 11), March 2014.

⁵ ETSI TS 136 104 V12.6.0 (2015-02). Technical specification. LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (3GPP TS 36.104 version 12.6.0 Release 12). Febrero 2015.

41	2496-2690 MHz	2496-2690 MHz	TDD
----	---------------	---------------	-----

Como se mostró anteriormente, el UIT-R en su Recomendación UIT-R M.1036, considera 3 posibles arreglos de frecuencias para la banda de 2.5 GHz, en concordancia con las bandas definidas por el 3GPP. Las bandas 7 y 38 conforman el arreglo C1, la banda 7 es compatible con el arreglo C2 y la banda 41 concuerda con el arreglo C3. Hasta principios de 2015, el estatus mundial de operación de redes LTE en las bandas 7, 38 y 41 es el siguiente⁶:

Banda 7

De las 360 redes comerciales LTE desplegadas en 174 países, el 25.3% operan en la banda 7, siendo la segunda banda de espectro contiguo más usada después de la banda 3 (LTE1800), en la que operan el 43.8% de las redes actuales.

Existen a nivel global 91 redes operando con la banda 7 en países como Austria, Australia, Alemania, Brasil, Chile, Canadá, Colombia, España, Finlandia, Francia, Rusia, Suecia y Reino Unido⁷. Actualmente, existen en el mercado 1,022 dispositivos (ej. teléfonos inteligentes, tabletas, módems, etc.) que incluyen entre sus bandas operativas a la banda 7.

Banda 38

Actualmente operan 12 redes comerciales LTE TDD en esta banda en los siguientes países: Arabia Saudita, Brasil, Colombia, España, Finlandia, Filipinas, Ghana, Polonia, Rusia, Sri Lanka y Suecia⁸. En cuanto a los equipos, de 969 dispositivos disponibles en el mercado trabajando en LTE TDD, 422 dispositivos soportan la banda 38 (62.5%)⁹.

Cinco de estas 10 redes comerciales mencionadas operan en ambos modos, FDD y TDD, en Arabia Saudita, Polonia, Rusia y Suecia. En Rusia y Suecia, los operadores *Megafon*, *MTS* y *3 Sweden* cuentan con redes operando dualmente en LTE FDD y TDD en las bandas 7 y 38. Las redes LTE de *Aero2* y *Mobily*, en Polonia y Arabia Saudita respectivamente, operan dualmente en FDD y TDD en las bandas 3 y 38.

En Estados Unidos, frecuencias correspondientes a la banda 38 se encuentran asignadas a licencias de uso experimental (ej. Samsung 2602-2624 en Dallas, Texas, Nokia 2570-2690 en Santa Clara, California), a servicios de radio de banda ancha (ej. Ntelos 2602-2614 en Crozet, Virginia) y a servicios de educación de banda ancha (ej. Sprint 2602-2614 en Seattle, WA).

⁶ Global mobile Suppliers Association (GSA), "Evolution to LTE Report", Enero 2015. http://www.gsacom.com/news/gsa_418.php

⁷ Con información de: OVUM, World Cellular Information Service, Network Spectrum Holdings & Licence Auctions, February 2015

⁸ GSA Snapshot. LTE TDD (TD-LTE) global status - List of 48 launched networks. January 8, 2015 http://www.gsacom.com/downloads/pdf/Snapshot_LTE-TDD_extract_GSA_Evolution_to_LTE_report_070115.php4

⁹ GSA REPORT: Status of the LTE Ecosystem. February 16, 2015. http://www.gsacom.com/downloads/pdf/GSA_lte_ecosystem_report_160215.php4

Banda 41

Existen 10 redes comerciales LTE operando con la banda LTE 41, en los siguientes países: Canadá, China, Estados Unidos, Ghana, Japón, Madagascar, Trinidad y Tobago y Uganda. Actualmente existen en el mercado 457 dispositivos que soportan esta banda, representando el 47.1% del total de productos comerciales LTE que operan en el modo TDD.

La red LTE de Sasktel en Canadá opera dualmente en las bandas 4 (AWS) y 41 mientras, que Softbank en Japón utiliza la banda 1 para operar en FDD y la 41 para TDD.

En Estados Unidos de América la red de Sprint puede operar en las bandas 25 (FDD), 26 (FDD) y 41 (TDD) en las ciudades de Chicago, Denver, Los Angeles, Miami, Nueva York, San Francisco, Seattle y Tampa.

La siguiente Tabla muestra los países donde se utilizan o se planea utilizar las bandas 7, 38 y 41 para redes móviles LTE.

Redes y dispositivos que pueden operar en la banda 2.5 GHz

Banda	Cantidad de Redes	Países	Dispositivos Compatibles Disponibles Comercialmente
7	91	Armenia, Australia, Austria, Brasil, Chile, Colombia, Bélgica, Canadá, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Italia, Letonia, Lituania, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rusia, Corea del Sur, Suecia, Reino Unido, Uzbekistán,	1,022
38	12	Arabia Saudita, Brasil, Colombia, España, Finlandia, Filipinas, Ghana, Polonia, Rusia, Sri Lanka y Suecia	422
41	10	Canadá, China, Estados Unidos, Ghana, Japón, Madagascar, Trinidad y Tobago y Uganda	457

NOVENO. Definición Regulatoria para el Desarrollo del Ecosistema de la Banda 2500-2690 MHz. El plan de banda del arreglo C1 recomendado por la UIT ha sido ampliamente adoptado en Europa a raíz de una Decisión de la Comisión Europea sobre la armonización de la banda 2500-2690 MHz¹⁰. Noruega fue el primer país en

¹⁰ DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 13 de junio de 2008, relativa a la armonización de la banda de frecuencias de 2 500-2 690 MHz para los sistemas terrestres capaces de prestar servicios de comunicaciones electrónicas en la Comunidad.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:163:0037:0041:Es:PDF>

otorgar licencias en esta banda en el año 2007, seguido por Suecia en 2008, Finlandia en noviembre de 2009, y más recientemente Dinamarca, los Países Bajos y Alemania en 2010.

Algunos países definieron la subasta mediante la canalización previa del plan de banda propuesto por la Comisión Europea y otros permitieron que el mercado decidiera cómo ésta se segmentaría entre modos de transmisión FDD y TDD. No obstante, los resultados de las subastas demostraron que el mercado se inclinó hacia un menor grado de incertidumbre (un plan pre-configurado) y hacia la armonización. En la mayoría de los casos impulsados por el mercado se observó una convergencia hacia el arreglo C1 de la UIT (por ejemplo, Noruega y los Países Bajos).¹¹ Otros países que se encuentran utilizando el arreglo C1 son: Austria, Brasil, Dinamarca, España, Finlandia, Rusia, y Reino Unido

Respecto a las configuraciones que han adoptado los países, en Suecia y en Finlandia el espectro de 2x70 MHz de FDD fue dividido en porciones de 2x5 MHz y un solo segmento de 50 MHz TDD. También, se impusieron límites de potencia en las frecuencias menores y mayores del segmento de 50 MHz TDD.

En Dinamarca, los 50 MHz TDD fueron divididos en porciones de 5 MHz, y se estableció el último segmento de 5 MHz como de guarda de baja potencia mientras que en el primer segmento de 5 MHz se impusieron límites de potencia.

En Alemania también se adoptó la división del espectro TDD en bloques de 5 MHz; sin embargo, determinaron que los usuarios TDD no deberían causar interferencia nociva a los usuarios FDD, sin imponer restricciones a bloques específicos¹².

DÉCIMO. Posición regional adoptada en la CITEI. Durante la XV Reunión del CCPII de la CITEI, celebrada en septiembre de 2010 en la Ciudad de Fortaleza, Brasil, se adoptó la Recomendación CCP.II/REC. 28 (XV-10), "*Replanificación de la banda de 2500-2690 MHz para sistemas móviles de acceso inalámbrico de banda ancha*"; en la cual se destaca que las administraciones deben armonizar los planes de espectro en la mayor medida posible con el fin de crear economías de escala y facilitar la compatibilidad y el uso itinerante mundial.

En este sentido, la CITEI recomienda que los Estados miembros de la CITEI replaneen el espectro en la banda 2500-2690 MHz, incluyendo reatribuciones al servicio móvil en caso necesario, de conformidad con lo indicado en la Recomendación de la CITEI CCP.II/REC. 8 (IV-04) "*Disposiciones de bandas de frecuencias para las IMT-2000 en las bandas de 806-960 MHz, 1710-2025 MHz, 2110-2200 MHz y 2500-2690 MHz.*", la cual indica el esquema de segmentación C1 como la opción recomendada para la banda 2500-2690 MHz.

¹¹ GSMA, "La Banda de 2,6GHz: Oportunidad para lograr una Banda Ancha Móvil Global", 2010.

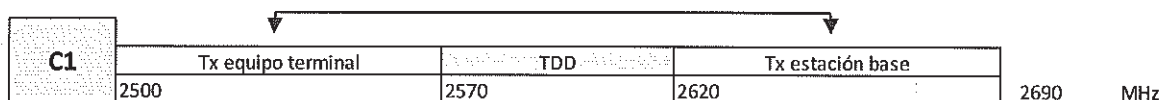
¹² Dot.econ, Fixed or flexible? A survey of 2.6GHz spectrum awards. Discussion paper, June 2010.

UNDÉCIMO. Análisis del esquema de segmentación C1. La opción C1 es la disposición de frecuencias que contempla dos bloques pareados de 70 MHz en modo FDD, uno para la transmisión del equipo terminal y el otro para la transmisión de las estaciones base, así como un bloque de espectro no pareado de 50 MHz en modo TDD ubicado en el espacio central entre los segmentos FDD.

Esta configuración facilita el despliegue de tecnologías que utilicen los métodos de duplexaje tanto FDD como TDD atendiendo al principio de neutralidad tecnológica, a la vez que facilita la introducción de sistemas de banda ancha móvil, al permitir configurar bloques de espectro contiguo lo suficientemente amplios para la operación más eficiente de las tecnologías.

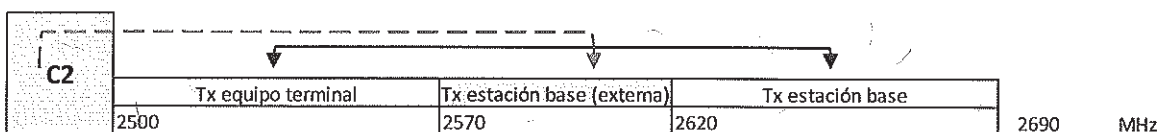
Con el propósito de facilitar el despliegue de tecnologías FDD, se deben establecer las bandas de guarda apropiadas para asegurar la convivencia libre de interferencias entre bandas adyacentes con diferente técnica de duplexaje. De acuerdo con la recomendación UIT-R M.1036, dichas bandas de guarda deberán ser definidas dentro del segmento 2570-2620 MHz, empleando la menor cantidad de espectro posible.

Arreglo C1 según la Recomendación UIT-R M.1036



DUODÉCIMO. Análisis del esquema de segmentación C2. La opción C2 corresponde a un esquema de canalización para tecnologías FDD con dos bloques pareados de 70 MHz cada uno; uno para la transmisión del equipo terminal y el otro para la transmisión de las estaciones base, y un bloque FDD externo de 50 MHz para la transmisión de la estación base, para su utilización como espectro de descarga suplementaria.

Arreglo C2 según la Recomendación UIT-R M.1036



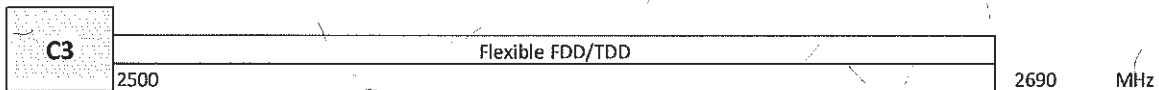
Esta opción no contempla la configuración en modo TDD, por lo que no se ajusta al principio de neutralidad tecnológica.

DECIMOTERCERO. Análisis del esquema de segmentación C3. El arreglo C3 representa una alternativa flexible que permite la libre configuración de la banda

a través del empleo de los esquemas de duplexaje TDD y FDD en diferentes segmentos, de acuerdo a los requerimientos espectrales particulares.

Debido a lo anterior, dicho arreglo representa un gran desafío para la armonización global debido a la multiplicidad de posibilidades para establecer disposiciones de frecuencias, lo que se traduce desventajas como el retraso en la disponibilidad de equipamiento y el aumento considerable en los costos del mismo, imponiendo retos considerables en cuanto al diseño de terminales y la dificultad para lograr la itinerancia de las terminales y la interoperabilidad de servicios. Asimismo, no se garantiza un uso eficiente de los recursos espectrales, puesto que se necesita una mayor cantidad de bandas de guarda entre bloques con diferente duplexaje.

Arreglo C3 según la Recomendación UIT-R M.1036



DECIMOCUARTO. Convivencia en la zona de la frontera México-Estados Unidos para el uso de la banda de 2500-2690 MHz. En cuanto al uso compartido en la zona de la frontera entre México y los Estados Unidos de América, se cuenta con el "Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, concerniente a la asignación de frecuencias y uso de la banda 2500-2686 MHz a lo largo de la frontera México-Estados Unidos", firmado en Querétaro, México, el 11 de agosto de 1992, el cual fue modificado mediante el intercambio de cartas diplomáticas entre ambas Administraciones en octubre de 1998.

En dicho Acuerdo bilateral se establecen los criterios y condiciones para la utilización de la banda 2500-2686 MHz para su utilización en la distribución de servicios punto a multipunto en una zona de coordinación de 80 km a cada lado de la frontera común.

En ese entonces, la banda 2500-2686 MHz se segmentó en 31 canales de 6 MHz de ancho de banda cada uno, lo cual era compatible con el tipo de servicios que en ese tiempo ocupaban la banda, consistentes principalmente en los servicios de distribución por microondas punto a multipunto o MMDS, por sus siglas en inglés.)

En los términos del Acuerdo bilateral, cada Administración tiene derecho al uso de los 31 canales de la banda en condiciones equitativas, sujetándose ambos países a los procedimientos de coordinación, notificación y condiciones técnicas de operación de las estaciones establecidas en el acuerdo.

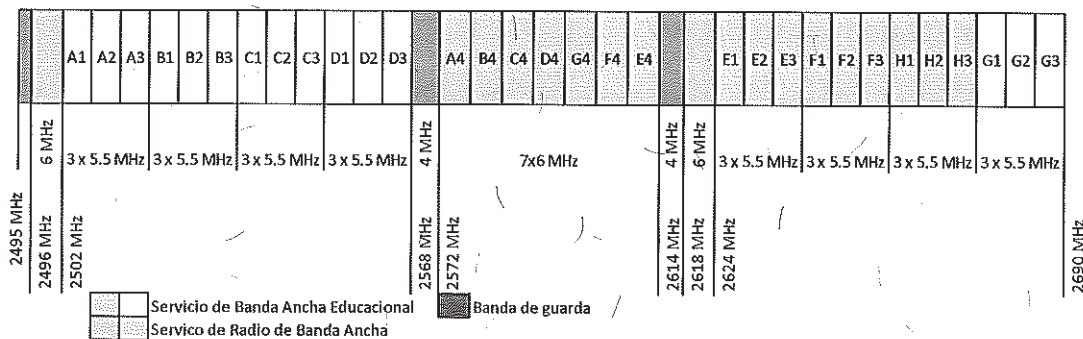
No obstante, si bien este Acuerdo se encuentra vigente, su utilidad es muy limitada, dado que en los Estados Unidos de América los servicios MMDS han sido sustituidos

por servicios de banda ancha; mientras que en México, el proceso de planificación espectral apunta a que la banda será también utilizada en servicios de banda ancha. Por lo tanto, al dejar de existir los servicios materia del instrumento bilateral, este pierde tácitamente su propósito y aplicabilidad.

Derivado de lo anterior, se prevé que ambas Administraciones entablen en el futuro negociaciones a fin de enmendar el Acuerdo actual o bien adoptar un nuevo Instrumento bilateral que sustituya al actual para el uso compartido y equitativo de la banda 2500-2690 MHz, acorde con los servicios actuales y futuros en ambos países.

En Estados Unidos se utiliza principalmente la banda clase 41 del 3GPP, que corresponde a la banda 2496 – 2690 MHz en modo de duplexaje TDD.

Arreglo de frecuencias utilizado en los Estados Unidos de América para la banda 2496-2690 MHz



De la gráfica anterior, pueden establecerse las principales diferencias entre la canalización de los Estados Unidos de América y las canalizaciones de las tres opciones de segmentación recomendadas por UIT-R:

Comparativo entre los esquemas C1, C2, C3 y segmentación de los EUA

Sección de banda	Arreglo C1 (Bandas 7 y 38)	MHz opc. C1	Arreglo C2 (Banda 7)	MHz opc. C2	Arreglo C3 (Banda 41)	MHz opc. C3	Arreglo EUA (Banda 41)	MHz arreglo EUA
Banda de guarda inicial	No definida	0	No definida	0	No definida	0	1 MHz (2495-2496 MHz)	1
Parte baja de la banda	2500-2570 MHz (FDD UL Banda 7)	70	2500-2570 MHz (FDD UL Banda 7)	70	No definida flexible	No definida flexible	2496- 2568 MHz (TDD)	72
Guarda intermedia	No definida	0	No definida	0	No definida	0	2568-2572 MHz	4
Parte Central de la banda	2570-2620 MHz	50	2570-2620 MHz FDD	50	No definida flexible	No definida flexible	2572- 2614 MHz (TDD)	42

Sección de banda	Arreglo C1 (Bandas 7 y 38)	MHz opc. C1	Arreglo C2 (Banda 7)	MHz opc. C2	Arreglo C3 (Banda 41)	MHz opc. C3	Arreglo EUA (Banda 41)	MHz arreglo EUA
	(TDD Banda 38)		DL externo					
Guarda Intermedia	No definida	0	No definida	0	No definida	0	2614-2618 MHz	4
Parte superior de la banda	2620-2690 MHz (FDD DL Banda 7)	70	2620-2690 MHz (FDD DL Banda 7)	70	No definida flexible	No definida flexible	2618-2690 MHz (TDD)	72

De la tabla anterior, se observa que la opción de canalización C1 es sustancialmente distinta a la canalización empleada en los EUA, ya que solo se observa una coincidencia parcial en la parte central de la banda (2575-2614 MHz), en la que en ambos casos se utiliza el espectro para tecnología con duplexaje TDD.

Por su parte, al no contar la opción de canalización C2 con segmentos frecuencia que hagan uso de la tecnología de duplexaje TDD, no existen coincidencias de su uso con el esquema de EUA.

En el caso de la opción de canalización C3, se permite la libre configuración de la banda a través del empleo de múltiples esquemas de duplexaje TDD y FDD, lo que implica en un principio, definir el esquema a implementar para después comenzar el proceso de coordinación en la frontera con los EUA.

Por tales motivos, en atención al uso futuro en México de la banda de 2.5 GHz, al uso actual de la banda en los EUA y a la potencial operación de redes de banda ancha en ambos países en la zona de la frontera común, se considera necesario garantizar la operación libre de interferencias perjudiciales del espectro de la banda 2500-2690 MHz en la zona de la frontera norte, para lo cual se deberán establecer las negociaciones para discutir un nuevo acuerdo para la compartición de la banda para ambos países.

DECIMOQUINTO. Consideraciones para la adopción de la segmentación para la banda de 2500-2690 MHz en México. Las tres opciones de segmentación contempladas en la Recomendación UIT-R M.1036 son idóneas para la utilización de tecnologías IMT para servicios de banda ancha. No obstante, cada esquema presenta características específicas que atienden las diversas necesidades de las Administraciones en función del estado de ocupación y del tipo de servicios que pudieran estar operando en la banda en los diversos países.

En tal sentido, a continuación se aportan algunas consideraciones resaltando las ventajas y desventajas que podría representar para México la adopción de alguno de los esquemas descritos con anterioridad:

a) Esquema de segmentación C1

El arreglo de frecuencias C1 cuenta con una configuración de bloques de espectro contiguo lo suficientemente amplios que incentiva el despliegue de tecnologías de banda ancha móvil que utilicen los métodos de duplexaje FDD y TDD.

El nivel de adopción internacional de este esquema de segmentación es considerablemente superior al del resto de los esquemas planteadas por la UIT para esta banda de frecuencias, observando que los perfiles 3GPP clase 7 (FDD) para los segmentos 2500-2570/2620-2690 MHz y clase 38 (TDD) para el segmento 2570-2620 MHz, acordes con el arreglo C1 de UIT son utilizados globalmente, convirtiéndose este arreglo de frecuencias en una de los más armonizados a nivel mundial.

La adopción masiva del mismo tipo de tecnologías genera el desarrollo de economías de escala, que se traducen en beneficios directos que reducen los costos de los integrantes de este ecosistema y propicia un entorno más competitivo en el que fabricantes y operadores tienen la capacidad de ofertar productos y servicios a costos menores a sus clientes.

Aunado a lo anterior, al permitir la opción C1, la convivencia entre los servicios FDD y TDD se estaría respetando el esquema de neutralidad tecnológica.

No obstante, debe reconocerse que la opción de canalización C1 es sustancialmente distinta a la canalización empleada en los EUA, lo que implicará llevar a cabo la tarea de llegar a acuerdos para la compartición y uso de la banda 2500-2690 MHz que garanticen la operación libre de interferencias perjudiciales en la zona de la frontera norte.

Cuadro de valoración de características del esquema C1

Considerando	Valoración	Observaciones
Neutralidad tecnológica	Alta	El esquema permite el despliegue de tecnologías tanto TDD como FDD
Bandas de guarda	Requiere (TDD/FDD)	El espectro para bandas de guarda queda subutilizado
Compatibilidad con usuarios actuales	Si	Esquema compatible con las prórrogas otorgadas por la SCT en 2012 (30 + 30 MHz)
Grado de adopción internacional	Alto	Esquema con 2 clases de banda definidas por 3GPP (7 y 38); 103 redes a nivel internacional

Considerando	Valoración	Observaciones
Disponibilidad de tecnología	Alta (TDD + FDD)	1444 dispositivos de usuario disponibles para bandas 7 y 38
Compatibilidad en zona fronteriza	Parcial (TDD)	A pesar de tener 50 MHz de espectro con el mismo esquema de duplexaje que EUA (TDD) se requeriría de sincronización de las redes de ambos países para evitar interferencias o bien establecer bandas de guarda entre distintos operadores TDD.

b) Esquema de segmentación C2

El arreglo C2, sólo utiliza el esquema de duplexaje FDD y la recomendación UIT-R M.1036 no define cuál será la banda de frecuencias a utilizarse como enlace descendente en conjunto con el segmento 2570-2620 MHz o bien definir su utilización únicamente para descarga suplementaria.

Este esquema de segmentación cuenta con un alto grado de armonización y disponibilidad tecnológica únicamente para los segmentos pareados consistentes con la banda clase 7 definida por el 3GPP; siendo una situación totalmente opuesta para el segmento FDD central, para el cual no existe estandarización alguna.

Con este esquema, es nula la compatibilidad con el modo de uso de la banda en los EUA, dado que en ese país la banda se usa con tecnologías TDD. Asimismo, permanece la necesidad de alcanzar un nuevo acuerdo bilateral ante la obsolescencia del Acuerdo vigente.

Cuadro de valoración de características del esquema C2

Considerando	Valoración	Observaciones
Neutralidad tecnológica	Media	El esquema sólo considera tecnologías basadas en multiplexaje FDD
Bandas de guarda	Requiere (UL FDD/DL FDD)	Para evitar interferencias entre el bloque de transmisión del móvil (2500-2570 MHz) y el bloque de transmisión de la base (2570-2620 MHz)
Compatibilidad con usuarios actuales	Si	Esquema compatible con las prórogas otorgadas por la SCT en 2012 (30 + 30 MHz).
Grado de adopción internacional	Nulo	No existe registro de redes operando con el esquema C2.

Considerando	Valoración	Observaciones
Disponibilidad de tecnología	Nula	Si bien existen 1022 dispositivos de usuario disponibles para la banda 7, compatible con el esquema C2, no existe estandarización para el bloque central FDD (2570-2620 MHz) y por ende, no hay equipamiento para operar en el segmento central FDD.
Compatibilidad en zona fronteriza	Nulo	El esquema C2 considera toda la banda para FDD, mientras que en EUA la banda es totalmente TDD

c) Esquema de segmentación C3

El arreglo C3 da lugar a que se establezcan diversos esquemas que combinen los servicios TDD y FDD en toda la banda, lo cual implicaría el implementar bandas de guarda entre operadores TDD y FDD, la necesidad de sincronizar la operación de redes TDD en canales adyacentes.

El esquema de segmentación C3 cuenta con un buen grado de armonización y disponibilidad de equipamiento para tecnologías TDD, mientras que para tecnologías FDD no se ha desarrollado tecnología para disposiciones de bloques FDD distintos a los definidos en la banda 7 del 3GPP.

Este es el único esquema que tiene la posibilidad de alcanzar una compatibilidad mayor con el modo de uso de la banda en los EUA, Al ser posible introducir tecnología TDD en partes de la banda o en su totalidad. No obstante, seguiría existiendo la necesidad de coordinar la operación de las redes TDD de los operadores de ambos países o incluso definir bandas de guarda en estos. Asimismo, permanece la necesidad de alcanzar un nuevo acuerdo bilateral ante la obsolescencia del Acuerdo vigente.

Cuadro de valoración de características del esquema C3

Considerando	Valoración	Observaciones
Neutralidad tecnológica	Alta	El esquema permite el despliegue de tecnologías tanto TDD como FDD
Bandas de guarda	Requiere (TDD/FDD)	El espectro para bandas de guarda queda subutilizado. Si se definen esquemas de varios operadores TDD y FDD, se hace necesario la definición de

Considerando	Valoración	Observaciones
		bandas de guarda adicionales entre ellos.
Compatibilidad con usuarios actuales	Limitada	Las disposiciones de frecuencias de los actuales concesionarios no son apropiadas para operar en modo TDD
Grado de adopción Internacional	Bajo	Se tiene registro de 10 redes operando en modo TDD a nivel internacional, conforme a la banda 41 de 3GPP
Disponibilidad de tecnología	Media (TDD)	Existen 422 dispositivos de usuario disponibles para la banda 41, compatible con el esquema C3
Compatibilidad en zona fronteriza	Alta	El esquema C3 es compatible con el modo de uso en EUA, que es totalmente TDD. Para alcanzar la compatibilidad total con EUA, se tendría que adoptar el mismo esquema que EUA.

En este sentido, y en virtud del análisis realizado en los puntos precedentes, se observa que la opción de segmentación de frecuencias que presenta un entorno más favorecedor y con mayores ventajas tecnológicas, económicas y sociales para su implementación en nuestro país es el esquema de segmentación C1.

PROPUESTA DE ADOPCIÓN DE ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN

Adoptar el esquema de segmentación C1 para la banda de frecuencias 2500-2690 MHz, incluido en la recomendación UIT-R M.1036 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, de conformidad con la configuración siguiente:

- 2500 MHz a 2570 MHz:** Segmento con duplexaje FDD de transmisión de la estación móvil.
- 2570 MHz a 2620 MHz:** Segmento con duplexaje TDD, separación dúplex entre los segmentos de transmisión móvil y transmisión base.
- 2620 MHz a 2690 MHz:** Segmento con duplexaje FDD de transmisión de la estación base.

A efecto de garantizar la compatibilidad electromagnética y la convivencia de servicios en sub bandas adyacentes, el Instituto deberá definir las condiciones técnico operativas para la banda 2500-2690 MHz, entre las cuales podrán establecerse bandas de guarda para garantizar la operación libre de interferencias perjudiciales de los servicios prestados, tanto en las bandas

adyacentes a la banda 2500-2690 MHz, como entre sub bandas adyacentes con diferente técnica de duplexaje. En su caso, dichas bandas de guarda serán definidas dentro del segmento 2570-2620 MHz, procurando utilizar la cantidad mínima necesaria de espectro para dicho fin.

Opción de Segmentación C1 propuesta para ser empleada en México

