



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TESINA**

**ANÁLISIS DE OCUPACIÓN Y PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE  
LA BANDA DE 2500-2690 MHZ, PARA LOS SERVICIOS DE  
ACCESO INALÁMBRICOS DE BANDA ANCHA.**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTA:**

**VERÓNICA ÁVILA HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESINA  
ING. CARLOS GABRIEL GIRÓN GARCÍA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA 06 /11/ 2013.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO 1. ESPECTRO RADIOELÉCTRICO</b>	3
1.1. Fundamentos y definiciones	3
1.2. Clasificación del Espectro Radioeléctrico y procedimiento de otorgamiento y terminación de las concesiones de bandas de frecuencias de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Telecomunicaciones (1995)	7
1.3. Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF)	15
1.4. Conferencias Mundiales de Radiocomunicación y Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones	21
<b>CAPÍTULO 2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA DE LA BANDA DE 2500-2690 MHz.</b>	26
2.1. Análisis de la tendencia mundial del uso de la banda	26
2.2. Descripción de la tecnología MMDS	33
2.3. Asignación y plan de canalización para el servicio de MMDS en México	37
2.4. Concesiones otorgadas en México antes de la publicación de la Ley Federal de Telecomunicaciones (1995)	39
2.5. Concesiones otorgadas en México después de la publicación de la Ley Federal de Telecomunicaciones (1995)	42
<b>CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE NUEVAS APLICACIONES EN LA BANDA DE 2500-2690 MHz</b>	46
3.1. Sistemas Wi-Max	46
3.2. Sistemas IMT	54
3.3. Atribución de la banda para servicios móviles de banda ancha	57
3.4. Planes de canalización	61
<b>CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE ASIGNACIÓN EN MÉXICO DE LA BANDA DE 2500-2690 MHz PARA SERVICIOS MÓVILES DE BANDA ANCHA</b>	65
4.1. Rescate de la banda	65
4.2. Asignación de la banda	69
4.3. Licitación de la banda	74
<b>CONCLUSIONES</b>	78
<b>GLOSARIO</b>	82
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	85

# INTRODUCCIÓN

---

Sin duda alguna, las comunicaciones inalámbricas dieron origen a una nueva era, en la que el medio de transmisión (aire), es el mismo para diversos sistemas de comunicaciones. Asimismo, la convergencia de varias tecnologías en una misma, ha generado un panorama distinto a las comunicaciones, en el que surgen nuevas necesidades y mayores retos, entre ellos, la administración eficaz y eficiente del espectro radioeléctrico.

La tecnología crece aceleradamente, sin embargo, las leyes pueden frenar su uso, o incluso, evitarlo. Y es que, precisamente la administración de los recursos que se utilizan para su desarrollo e implementación, hacen posible la compartición de los mismos a nivel nacional e internacional.

A raíz del surgimiento de las telecomunicaciones móviles internacionales, las bandas de frecuencias fueron sometidas a diversos estudios, con los que se modificó la atribución de algunas. Tal es el caso de la banda de 2500-2690 MHz, la cual desde el año 2007, es considerada apta para la prestación de servicios de banda ancha móvil, no obstante, hasta el momento, en México no ha sido utilizada para dichos fines.

Cabe mencionar que los servicios que se prestan sobre el espectro radioeléctrico, son clave importante para el desarrollo del país. Por ello, es de gran relevancia en la asignación de la banda de frecuencias de 2500-2690 MHz, elegir la segmentación que más beneficios aporte, tanto a los operadores como al Estado; en el ámbito económico, social, tecnológico, legal, jurídico, entre otros; con la finalidad de establecer la división más adecuada para el uso, aprovechamiento y explotación de la misma.

Derivado de lo anterior, este trabajo presenta un análisis de los criterios más relevantes que deben tomarse en cuenta para las nuevas aplicaciones a las que está atribuida la banda de 2500-2690 MHz. En primera instancia, se describe el marco legal referente a las

concesiones existentes para prestar el servicio de televisión y audio restringidos, y la canalización actual de este segmento del espectro.

Con el objetivo de conocer la tendencia mundial, se incluye un análisis de las acciones que otros países han llevado a cabo desde el 2007 a la fecha, respecto del proceso de la licitación, la segmentación y la tecnología implementada en este rango de frecuencias. Además, se describen los sistemas de banda ancha móvil que son aptos para la banda de 2500-2690 MHz.

Finalmente, después de describir la atribución que la Unión Internacional de Telecomunicaciones aprobó para el conjunto de frecuencias anteriormente señaladas, se concluye con el desarrollo de una propuesta de asignación de frecuencias, que surge de las Recomendaciones de dicho organismo.

# CAPITULO 1

## ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

---

### 1.1 Fundamentos y definiciones

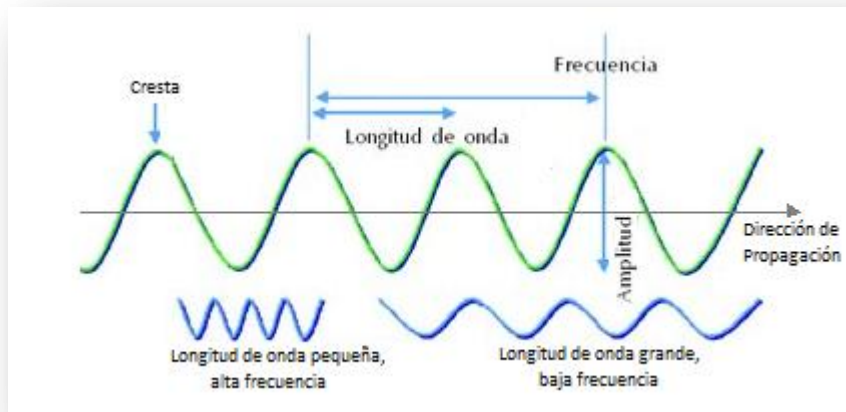
En el aire existen ondas que no podemos ver, oler ni sentir. Transportan información de un lado a otro y se propagan en el espacio libre. Estas ondas son conocidas como ondas electromagnéticas, son similares a las olas del mar en el sentido en que ambas son ondas energéticas, ambas transmiten energía. Las ondas electromagnéticas son producidas por la vibración de las partículas de carga y tienen propiedades eléctricas y magnéticas pero a diferencia de las olas que requieren agua, las ondas electromagnéticas se propagan por el vacío del espacio a la velocidad constante de la luz<sup>1</sup>.

Las ondas electromagnéticas tienen crestas y valles como las olas del mar, la distancia entre crestas es la longitud de onda; mientras que la longitud de algunas ondas es muy grande, se mide en metros, otras ondas tienen una longitud muy pequeña y se mide en nanómetros. El número de estas crestas que pasan por un determinado punto durante un segundo es la frecuencia, una onda por segundo es lo que se llama Hertz<sup>2</sup>. Cuanto mayor es la frecuencia, menor es su longitud de onda y mayor es la energía de la onda. Las radiaciones más energéticas son también las más peligrosas para los seres vivos.

---

<sup>1</sup> La velocidad de la luz es de  $3 \times 10^8$  m/seg

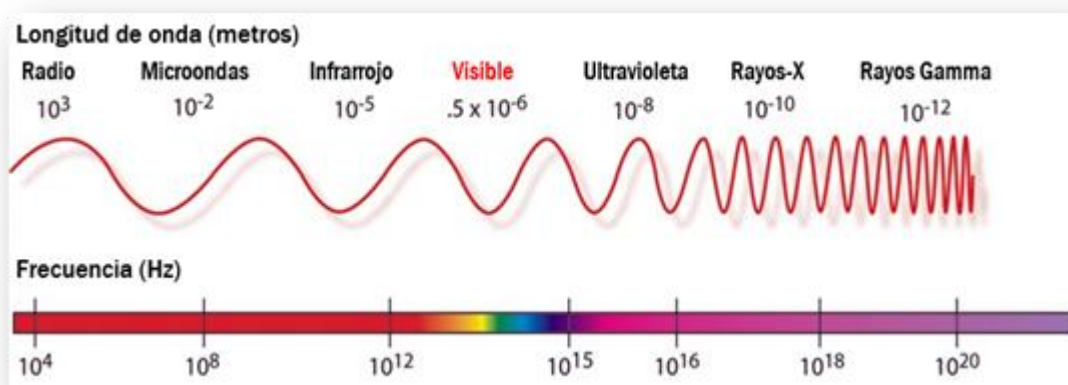
<sup>2</sup> El Sistema Internacional de Unidades establece que la unidad de medida para la frecuencia es el Hertz. Está íntimamente relacionada con la propagación de las ondas electromagnéticas, descubierta por el físico Heinrich Rudolf Hertz, de quien obtiene su nombre. Un Hertz es equivalente a un ciclo por segundo, entendiendo por ciclo entonces cualquier evento periódico o repetitivo. El Hertz es una unidad prefijada que sin embargo no tiene una cifra específica. (Fuente: <http://www.definicionabc.com/tecnologia/hertz.php> consultada el 25 de marzo 2013)



Fuente: <http://erikrz.wordpress.com/2010/09/09/el-espectro-electromagnetico/> (consultada el 27/03/2013)

**Figura 1.1** Onda electromagnética

El conjunto de ondas electromagnéticas es lo que conforma al espectro electromagnético. El espectro electromagnético se puede ordenar a partir de ondas con frecuencias muy bajas de pocos Hertz o ciclos por segundo con longitudes muy largas hasta llegar a las frecuencias más altas. El espectro electromagnético cubre una gama de longitudes de onda que varían en 22 órdenes de magnitud, y que abarca desde los rayos gamma, rayos x, rayos ultravioleta, ondas de luz visible, hasta las más grandes ondas infrarrojas, microondas y ondas de radio, que pueden medir incluso más que una montaña. Únicamente una pequeña parte de él es visible al ojo humano.



Fuente: <http://www.astrofisicayfisica.com/2012/06/que-es-el-espectro-electromagnetico.html> (consultada el 27/03/2013)

**Figura 1.2** Espectro electromagnético

La porción menos energética del espectro electromagnético corresponde a las ondas de radio y las microondas, ese rango es a lo que se conoce como espectro radioeléctrico que va desde los 3KHz hasta los 3,000GHz.

El espectro radioeléctrico es utilizado como medio de transmisión para la prestación de servicios de telecomunicaciones, radiodifusión sonora y televisión, seguridad, defensa, emergencias, transporte e investigación científica, así como para un elevado número de aplicaciones industriales y domésticas ya que permite la propagación de ondas electromagnéticas sin utilizar una guía artificial, por ejemplo un cable. Precisamente el desarrollo y acceso a la información y las comunicaciones está basado en el uso del espectro radioeléctrico.

En nuestros días, tenemos una demanda creciente de éste recurso natural para la consolidación de los sistemas de comunicaciones móviles, así como de nuevos servicios inalámbricos. Además de ello, no todas las partes del espectro radioeléctrico poseen las mismas características, lo que se refleja en distintas capacidades de cobertura o en distintas propiedades frente al ruido y las interferencias, además de implicaciones tecnológicas o de costes. Asimismo, los diferentes tipos de informaciones (voz, audio, datos, vídeo) requieren márgenes de espectro (bandas de frecuencias) específicos. Todas estas características conducen a que se haya considerado indicar determinadas zonas del espectro para proporcionar algunos servicios en concreto, incluyendo en ocasiones, inevitables conflictos entre distintos servicios que pugnan por la misma banda de frecuencias.

En radiocomunicaciones las ondas que conforman el espectro radioeléctrico se clasifican en bandas de frecuencias<sup>3</sup>, siendo cada banda apropiada para una determinada actividad. En la siguiente tabla se observa la clasificación convencional del espectro radioelectrico y sus principales usos:

SIGLA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD DE ONDA	FRECUENCIAS	APLICACIÓN
VLF	VERY LOW FRECUENCIAS (Frecuencias Muy Bajas)	30km a 10km	10kHz a 30kHz	Telegrafía mundial entre barcos. Servicios fijos de larga distancia. Ayudas a la navegación. Señales horarias.

<sup>3</sup> La clasificación de estas ondas fue establecida en 1953 por el Consejo Consultivo de las Comunicaciones de Radio (CCIR). Debido a que la radiodifusión comenzó en Estados Unidos, el nombre de las diferentes bandas se expresa en inglés.



<b>LF</b>	LOW FRECUENCIAS (Frecuencias Bajas)	10km a 1 km	30kHz a 300kHz	Comunicaciones a larga distancia entre barcos. Servicios fijos de larga distancia sobre continentes. Radiodifusión. Ayuda a la radionavegación. Señales horarias
<b>MF</b>	MEDIUM FRECUENCIAS (Frecuencias Medias)	1km a 100m	300kHz a 3MHz	Radiodifusión, radionavegación, Algunas comunicaciones móviles terrestres, marítimas y aeronáuticas.
<b>HF</b>	HIGH FRECUENCIAS (Frecuencias Altas)	100m a 10m	3MHz a 30 MHz	Comunicaciones de larga distancia punto a punto. Dentro de la distancia de los saltos ionosféricos, comunicaciones móviles terrestres, marítimas y aeronáuticas. Radiodifusión internacional (a larga distancia) y radiodifusión nacional en zonas tropicales.
<b>VHF</b>	VERY HIGH FRECUENCIAS (Frecuencias Muy Altas)	10m a 1m	30MHz a 300MHz	Radiodifusión sonora y de televisión (hasta distancias cercanas a los 100 Km.). Comunicaciones móviles terrestres, marítimas y aeronáuticas (para propósitos civiles, militares y de emergencia). Telefonía por radioenlaces con repetidores. Telefonía inalámbrica analógica. Comunicaciones móviles por satélite. Radionavegación aeronáutica y sistemas de aterrizaje
<b>UHF</b>	ULTRA HIGH FRECUENCIAS (Frecuencias Ultra Altas)	1m a 10cm	300MHz a 3GHz	Difusión de televisión. Comunicaciones celulares y personales. Redes inalámbricas. Telefonía inalámbrica digital. Algunos sistemas de navegación y aterrizaje para aviones. Radar de primario y secundario. Enlaces fijos punto a punto. Comunicaciones móviles vía satélite. Redes de rastreo, telemetría, y telemando satelital. GPS. Bandas de radioastronomía.
<b>SHF</b>	SUPER HIGH FRECUENCIAS (Frecuencias Súper altas)	10cm a 1cm	3GHz a 30GHz	Servicios fijos punto a punto (transportando múltiples canales de voz y varios canales de televisión). Servicios fijos por satélites GSO y NGSO. Radar. Servicios de radiocomunicación móvil. Percepción remota por satélites
<b>EHF</b>	EXTRA HIGH FRECUENCIAS (Frecuencias Extra-Altas)	1cm a 1mm	30GHz a 300GHz	Enlaces a distancias cortas en línea de vista tanto para comunicaciones fijas como móviles. Algunas aplicaciones satelitales futuras. Accesos fijos inalámbricos de banda ancha. Percepción remota por satélite. Servicios fijos en el futuro empleando plataformas de gran altitud en la estratosfera

**Tabla 1.1** Bandas de frecuencias

Los sistemas de radiocomunicaciones actuales funcionan a partir de plataformas terrenales y satelitales y para cada una de esas actividades se necesita una parte del espectro de frecuencias radioeléctricas.

En el Espectro Radioeléctrico puede haber una gran capacidad para acomodar diversos sistemas, servicios y aplicaciones, pero sólo si éste es organizado, administrado y regulado eficazmente desde las perspectivas técnica y económica.

## **1.2 Clasificación del Espectro Radioeléctrico y procedimiento de otorgamiento y terminación de las concesiones de bandas de frecuencias de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Telecomunicaciones (1995).**

En lo que respecta a la administración y regulación del Espectro Radioeléctrico en México, el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos dispone que el Estado es quien planea, conduce, coordina y orienta la actividad económica nacional, y tiene a su cargo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general.

Conforme al artículo 27 de dicho ordenamiento legal, corresponde a la Nación el dominio directo del espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional, al que pertenece el espectro radioeléctrico, el cual es inalienable e imprescriptible y su uso, aprovechamiento o explotación por los particulares podrá realizarse mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes correspondientes.

Por su parte, el artículo 3 fracciones I y II de la Ley General de Bienes Nacionales (en adelante "LGBN") expresa lo siguiente:

*"...Son bienes nacionales:*

*I.- Los señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;*

*II.- Los bienes de uso común a que se refiere el artículo 7 de esta Ley..."*

De lo anterior se desprende que el espacio aéreo situado sobre el territorio nacional es un bien nacional con la extensión y modalidades que establece el derecho internacional.

En base al artículo 3, fracción II de Ley Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo “LFT”), se establece que el Espectro Radioeléctrico es el espacio que permite la propagación de ondas electromagnéticas sin guía artificial, se fija convencionalmente por debajo de los 3,000 GHz. Por lo que el Espectro Radioeléctrico es un bien nacional; su dominio directo le corresponde a la Nación y el Estado es quien planea, conduce, coordina y orienta la actividad económica nacional, y tiene a su cargo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general.

Precisamente en la LFT, con fundamento en el artículo 10, se establece la clasificación del espectro radioeléctrico según el uso de las bandas de frecuencia de la siguiente manera:

- Espectro de uso libre: referente a todas las bandas de frecuencia utilizadas por el público en general para las cuales no se requiere de algún permiso, concesión o registro.
- Espectro de uso determinado: referente a todas las bandas de frecuencia que son otorgadas mediante una concesión, su uso está restringido a los servicios que en la concesión se establezcan.
- Espectro de uso oficial: referente a todas las bandas de frecuencia utilizadas exclusivamente por la administración pública federal, gobiernos estatales y municipales, organismos autónomos constitucionales y concesionarios de servicios públicos.
- Espectro de uso experimental: referente a todas las bandas de frecuencia utilizadas para fines científicos o para pruebas temporales de equipo.

En el Diccionario Jurídico Mexicano del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM se define a la concesión administrativa como:

*“el acto administrativo a través del cual la administración pública, concedente, otorga a los particulares, concesionarios, el derecho para explotar un bien propiedad del Estado o para explotar un servicio público.”*

Cabe mencionar que nuestra Constitución otorga al Estado el ejercicio y administración de los bienes de dominio público en todo momento, incluso una vez concesionado.

La concesión tiene como finalidad establecer las condiciones para un uso apropiado del recurso espectral. Con esto se pretende que los particulares hagan las inversiones necesarias para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones para que brinde servicios a la sociedad.

De manera general, se presentan a continuación las obligaciones que están en los respectivos títulos de concesión:

- Porcentaje mínimo del área de cobertura territorial donde se proveerá el servicio;
- Tiempo de despliegue de la red;
- Condiciones técnicas de operación;
- Calidad de los servicios;
- Pagos de derechos por el uso aprovechamiento y explotación del espectro;
- Obligaciones administrativas diversas.

Es importante resaltar que, aun imponiéndose condiciones y obligaciones en su momento a los concesionarios, suelen presentarse casos en los que el espectro no se utiliza de manera eficiente, ya sea debido a las nuevas tecnologías con mayor eficiencia espectral que surgen posterior al otorgamiento de la concesión, por la limitación financiera de los inversionistas, por problemas jurídicos con las concesiones, o bien, como estrategia con fines de especulación o de desplazamiento de la competencia.

Aunado a esto, la demanda de los servicios inalámbricos de banda ancha presenta un crecimiento exponencial en todo el mundo, por la aparición de dispositivos más económicos y accesibles para un mayor número de personas, además de nuevas aplicaciones y servicios que tiene gran influencia en las redes de telecomunicaciones, sobre todo en las redes que hacen uso del espectro radioeléctrico. Lo que nos llevará inminentemente a que el espectro necesario para satisfacer tal demanda será ampliamente insuficiente.

Así mismo, los reguladores deben de realizar la tarea de limpiar el espectro y vislumbrar y anticipar la utilización futura del espectro (planificación del espectro), basándose en el estado del desarrollo tecnológico, tendencias en el uso y atribución internacional del espectro, situación del mercado y de los servicios en el país, necesidades de la industria, metas de cobertura y beneficios sociales del Estado. Además de analizar el estado de ocupación y uso del mismo para una utilización eficaz.

Del análisis previo se resalta la importancia de la rectoría permanente que ejerce el Estado respecto del espectro radioeléctrico a través de las diversas modalidades que prevé la LFT, tal y como lo reitera el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación en su tesis de jurisprudencia 68/2007, derivada también de la Acción de Inconstitucionalidad 26/2006 que indican lo siguiente:

*“CONCESIONES Y PERMISOS DE RADIODIFUSIÓN Y TELECOMUNICACIONES. El estado tiene la posibilidad de cambiar o rescatar las bandas de frecuencia asignadas, entre otros supuestos, para la aplicación de nuevas tecnologías. El artículo 23 de la Ley Federal de Telecomunicaciones establece los supuestos en que podrá cambiarse o rescatarse una frecuencia o banda de frecuencias concesionadas, a saber:*

- ✓ *Cuando lo exija el interés público, por razones de seguridad nacional,*
- ✓ *Para la introducción de nuevas tecnologías,*
- ✓ *Para solucionar problemas de interferencia perjudicial y*
- ✓ *Para dar cumplimiento a los tratados internacionales suscritos por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.*

*Por otra parte, de los artículos 9o., último párrafo, de la Ley Federal de Radio y Televisión, 107 del Reglamento de Telecomunicaciones y 19 de la Ley General de Bienes Nacionales, esta última aplicable supletoriamente en lo no dispuesto expresamente en las leyes anteriores, sus reglamentos y tratados internacionales, se advierte la posibilidad de rescate, cancelación o cambio de frecuencia autorizada por el Estado, entre otros casos, para la aplicación de nuevas tecnologías. En ese sentido, si en virtud del avance tecnológico el Estado considera necesario reorganizar el espectro radioeléctrico a fin de hacer más eficiente su uso, está en posibilidad jurídica de reasignar o reubicar las bandas de frecuencia asignadas e, incluso, rescatarlas o recuperarlas, al corresponderle, en todo momento, su dominio directo en términos del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.”*

De lo anterior se desprende que el avance tecnológico debe ser considerado por el Estado para reorganizar el espectro radioeléctrico con el fin de hacer uso eficiente del mismo. Para ello, el Estado puede recuperar o rescatar las bandas de frecuencias ya sea con la terminación de la concesión o bien con la modificación de ésta.

Una concesión administrativa puede darse por terminada por diversas causas en las que se destaca el término de la vigencia de la concesión, la falta de objeto de la concesión, la revocación, el rescate, la quiebra, la renuncia, entre otras.

La Ley General de Bienes Nacionales (LGBN) en su artículo 17 aclara que las concesiones sobre bienes de dominio directo de la Nación cuyo otorgamiento autoriza el párrafo sexto del artículo 27 Constitucional, se regirán por lo dispuesto en las leyes reglamentarias respectivas.

En tal caso la LFT en su artículo 37 determina que las concesiones terminan por:

- i) vencimiento del plazo establecido en el título de concesión;
  - ii) renuncia del concesionario;
  - iii) revocación;
  - iv) rescate; y
  - v) liquidación o quiebra del concesionario.
- i. Vencimiento del plazo

El vencimiento del plazo se refiere al término del periodo de vigencia otorgado para el aprovechamiento de la concesión, la concesión quede sin efectos, es decir, que por el simple transcurso del tiempo la concesión se extingue.

Conforme al artículo 19 de la LFT, la vigencia de las concesiones del espectro radioeléctrico para usos determinados será de hasta 20 años, prorrogables hasta por plazos iguales a juicio del ahora Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFETEL)<sup>4</sup>.

En el caso de las concesiones, el artículo 21 de la LFT menciona que para las bandas de frecuencias para usos experimentales la vigencia de la concesión será hasta por 2 años, y ésta deberá sujetarse, a las disposiciones reglamentarias respectivas.

---

<sup>4</sup> De conformidad con el artículo séptimo transitorio del decreto por el cual se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6º, 7º, 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones, actualmente el Instituto Federal de Telecomunicaciones es quien lleva a cabo el otorgamiento y lo relacionado a las concesiones en comento, conforme al marco jurídico vigente a la entrada en vigor de dicho Decreto. Por lo anterior, la Ley Federal de Telecomunicaciones sigue siendo el instrumento vigente aplicable a las disposiciones legales en materia de telecomunicaciones.

Para ejercer el derecho a la prórroga a la que hace referencia el artículo 19 de la LFT a efecto de permitir la continuación de la concesión una vez terminada su vigencia, el mismo artículo establece como requisitos para el otorgamiento de la prórroga de la concesión los siguientes:

- que el concesionario haya cumplido con las condiciones previstas en la concesión que se pretenda prorrogar;
- lo solicite antes de que inicie la última quinta parte del plazo de la concesión, y
- acepte las nuevas condiciones que establezca el IFETEL de acuerdo a la LFT y demás disposiciones aplicables.

ii. Renuncia del concesionario

Aunque no es común la renuncia a una concesión es una posibilidad para inhabilitarla. Este acto consiste en la manifestación unilateral del concesionario de renuncia a los derechos adquiridos mediante el título de concesión, en cuyo caso debe valorarse la procedencia de esta con base en los efectos que pudieran ocurrir de acuerdo a la importancia del servicio público o de las necesidades que el Estado tenga de explotar determinados bienes.

iii. Revocación

La revocación hace referencia al acto jurídico de dejar sin efecto una concesión, un mandato o una resolución por voluntad del otorgante.

En el artículo 37 fracción III, la LFT contempla la revocación como una forma de terminar con las concesiones. De acuerdo al artículo 38 de la LFT las causas para revocar las concesiones son las siguientes:

*“I. No ejercer los derechos conferidos en las concesiones o permisos durante un plazo mayor de 180 días naturales, contado a partir de la fecha de su otorgamiento, salvo autorización de la Secretaría por causa justificada;*

*II. Interrupciones a la operación de la vía general de comunicación o la prestación del servicio total o parcialmente, sin causa justificada o sin autorización de la Secretaría;*

*III. Ejecutar actos que impidan la actuación de otros concesionarios o permisionarios con derecho a ello;*

*IV. No cumplir con las obligaciones o condiciones establecidas en los títulos de concesión y en los permisos;*

*V. Negarse a interconectar a otros concesionarios o permisionarios de servicios de telecomunicaciones, sin causa justificada;*

*VI. Cambio de nacionalidad;*

*VII. Ceder, gravar o transferir las concesiones o permisos, los derechos en ellos conferidos o los bienes afectos a los mismos en contravención a lo dispuesto en esta Ley, y*

*VIII. No cubrir al Gobierno Federal las contraprestaciones que se hubieren establecido.”*

En los supuestos contemplados en las fracciones II, III, IV y VIII antes señaladas, el IFETEL sólo podrá revocar la concesión cuando previamente hubiese sancionado al concesionario, por lo menos en tres ocasiones por las causas previstas en dichas fracciones. Por lo que hace a los supuestos previstos en las fracciones I, V, VI y VII, la IFETEL procederá de inmediato a la revocación de las concesiones.

De conformidad con el artículo 39 de la LFT, la revocación de una concesión imposibilita, por un periodo de 5 años contado a partir de que hubiere quedado firme la resolución respectiva, al concesionario para obtener nuevas concesiones o permisos de los previstos en la LFT.

iv. Rescate

El rescate es un acto administrativo por cual la autoridad concedente da por terminada una concesión antes de concluir su vigencia, por razones de interés público, asumiendo, la administración pública, desde ese momento, la explotación materia de la concesión, e indemnizando al concesionario por los daños y/o perjuicios que se le ocasionen con dicha medida.



Al ser los bienes de la Nación la materia de la concesión, están bajo el dominio del Estado, por lo que su uso a través de una concesión es temporal, teniendo en todo momento el Estado el derecho sobre estos.

Cabe señalar que la Ley General de Bienes Nacionales, supletoria a la LFT, en el numeral 19 indica que las dependencias administradoras de inmuebles y los organismos descentralizados podrán rescatar las concesiones que otorguen sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación, mediante indemnización, por causas de utilidad, de interés público o de seguridad nacional.

Al rescatar bienes de dominio público previamente concesionados, vuelven a ser de pleno derecho, desde la fecha de la declaratoria, a la posesión, control y administración del concedente y que ingresen a su patrimonio los bienes, equipos e instalaciones destinados directamente a los fines de la concesión. Los bienes, equipo e instalaciones afectos a la concesión y propiedad del concesionario, podrán ser retirados por este cuando los mismos no fueren útiles al concedente; pero su valor no se incluirá en el monto de la indemnización.

v. Liquidación o quiebra del concesionario

Generalmente no se prevé en la legislación administrativa a la liquidación o quiebra del concesionario como una forma de terminar con las concesiones ya que es por aplicación de las leyes mercantiles que la persona jurídica sujeta a quiebra no puede seguir realizando actos de comercio, sin embargo la LFT contempla el caso en el artículo 37 fracción V, por lo que ante la imposibilidad de realización del objeto de la concesión, ésta debe extinguirse.

Otra forma de recuperar de espectro es mediante la modificación de las concesiones existentes, esto es, apoyarse de dos mecanismos bien definidos en la LFT: i) el cambio de bandas de frecuencia y la cesión de derechos.

i. Cambio de bandas de frecuencia

Como se mencionó anteriormente, en artículo 23 de la LFT, el Estado a través del IFETEL puede cambiar una banda de frecuencias previamente

concesionada, bajo los supuestos de interés público, seguridad nacional e introducción de nuevas tecnologías, para solucionar problemas de interferencia perjudicial y para dar cumplimiento a los tratados internacionales suscritos por el Gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos.

En este sentido cabe señalar que a diferencia del rescate, la modalidad de cambio de frecuencias sirve para reorganizar el espectro radioeléctrico manteniendo la concesión.

ii. Cesión de derechos

De conformidad con el artículo 35 de la LFT, los concesionarios pueden, previa autorización del IFETEL, ceder parcial o totalmente los derechos y obligaciones establecidos en sus títulos de concesión. En este sentido los operadores podrán hacer uso de esta figura con el objeto de hacer un uso eficiente del espectro radioeléctrico y colaborar con el Estado para el desarrollo de las telecomunicaciones en el país.

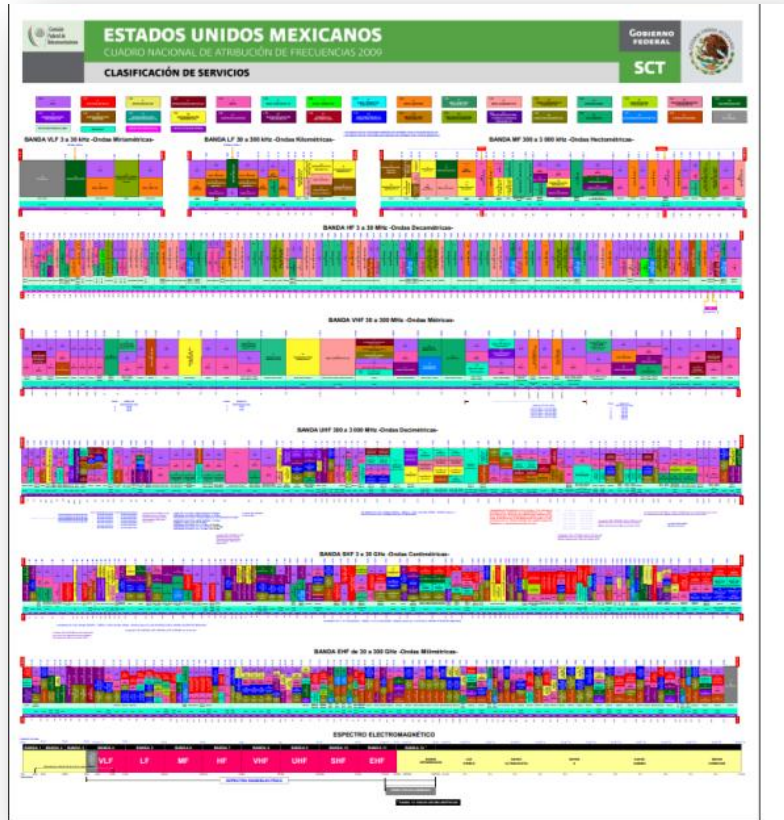
### **1.3 Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF).**

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (en adelante CNAF), es el instrumento legal donde se asignan distintos servicios de radiocomunicación a las bandas de frecuencias existentes y es, a su vez, un marco técnico de referencia para la gestión de sus diferentes usos. La gestión del espectro radioeléctrico que el CNAF dicta sigue los Tratados y Acuerdos internacionales. De acuerdo con la reglamentación internacional sobre la atribución y adjudicación de las bandas y asignaciones de frecuencia, y la demanda social, el CNAF establece las siguientes previsiones:

- La reserva de parte del espectro para servicios determinados.
- Preferencias del uso por razón del fin social del servicio a prestar
- Delimitación de las bandas, canales o frecuencias que se reservan a las Administraciones Públicas o entes públicos de ellas dependientes para la gestión directa de sus servicios.
- Previsión respecto de la explotación en el futuro de las distintas bandas de frecuencias, fomentando la neutralidad tecnológica y de los servicios.

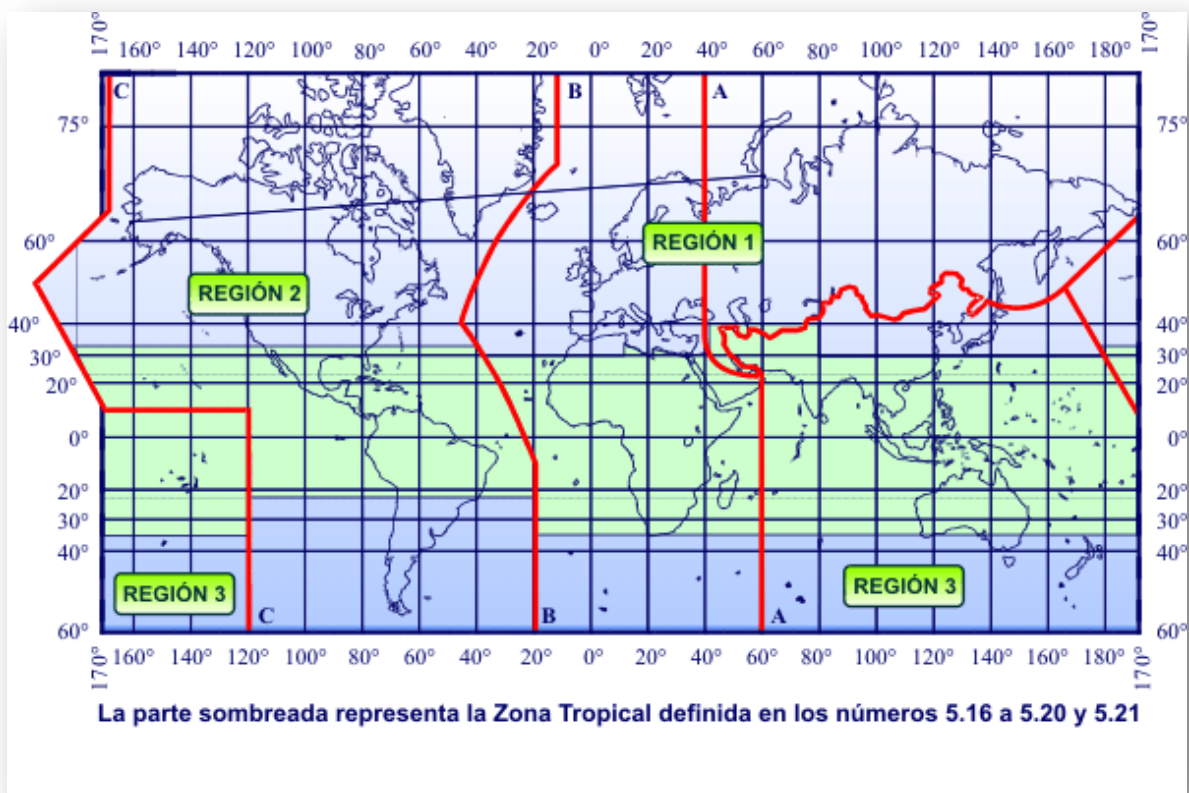
El CNAF es publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Las modificaciones a las que se somete son consecuencia de la evolución tecnológica, de los nuevos

servicios y dispositivos que hacen necesario un uso óptimo del espectro y de acuerdo a las modificaciones y actualización que se realiza al Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (RR-UIT) que se llevan a cabo en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).



**Figura 1.3** Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias

Su contenido incluye notas del Artículo 5 del (RR-UIT) además de la atribución de las bandas de frecuencia de las tres regiones en las que está dividido el mundo conforme a lo que establece la UIT. Con el propósito de planificar, atribuir, adjudicar y asignar las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, y que todos los países puedan compartir este recurso limitado en forma adecuada. Con base en dicho concepto, la parte internacional del CNAF, consta de tres columnas nombradas como: REGION 1, REGION 2 y REGION 3, definidas de manera general como sigue:



**Figura 1.4** División por regiones según la UIT.

Los servicios de radiocomunicación<sup>5</sup> inscritos en el CNAF están descritos en el RR-UIT en base al artículo 1 sección 3, los cuales están definidos por la manera en que las estaciones operan el servicio, para su estudio se clasifican en 6 como se presentan a continuación:

### 1. Servicios Fijos

Son servicios de radiocomunicación entre estaciones fijas en puntos determinados. Estos servicios pueden ser terrenales o por satélite. Dentro de esta categoría se encuentra él:

- ✓ Servicio Fijo
- ✓ Servicio Fijo por Satélite

<sup>5</sup> Los servicios de radiocomunicaciones están definidos por el RR-UIT como todo servicio que implica la transmisión, emisión o recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación.

## 2. Servicios Móviles

Estos servicios pueden ser terrenales o por satélite y a su vez terrestres, marítimos o aeronáuticos. Dentro de esta categoría se encuentra el:

### ✓ Servicio móvil (general)

Son servicios de radiocomunicación entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles. Las estaciones móviles podrán estar temporalmente fijas en puntos no determinados.

Los servicios que son un subconjunto de los servicios móviles son:

- Servicio móvil terrestre
- Servicio móvil marítimo
- Servicio móvil aeronáutico
- Este a su vez se dividen en R, en rutas y en OR, fuera de rutas
- Servicio de operaciones portuarias

### ✓ Servicio móvil por satélite

Son servicios de radiocomunicación entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio, o entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.

Los servicios que son un subconjunto de los servicios móviles por satélite son:

- Servicio móvil terrestre por satélite
- Servicio móvil marítimo por satélite
- Servicio móvil aeronáutico por satélite
- Este a su vez se dividen en R, en rutas y OR, fuera de rutas

## 3. Servicios de Radiodeterminación (Radionavegación, Radiolocalización, Radiogoniometría, etc.)

Son servicios de radiocomunicación para determinar la posición, la velocidad u otras características de un objeto, u obtención de información relativa a estos parámetros, mediante las propiedades de propagación de las ondas radioeléctricas. Estos servicios pueden ser terrenales o por satélite. Dentro de ésta categoría se encuentra el:

- ✓ Servicio de radiodeterminación (general)  
Algunos servicios que son subconjunto del servicio de radiodeterminación son:

- Servicio de radiolocalización
- Servicio de radionavegación

Este a su vez se dividen en: radionavegación marítima y radionavegación aeronáutica

- ✓ Servicio de radiodeterminación por satélite (general)  
Algunos servicios que son subconjunto del servicio de radiodeterminación por satélite son:

- Servicio de radiolocalización por satélite
- Servicio de radionavegación por satélite

Este a su vez se dividen en: radionavegación marítima por satélite y radionavegación aeronáutica por satélite

#### **4. Servicios de Radiodifusión o de difusión**

Son servicios de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas por el público en general. Estos servicios pueden ser terrenales o por satélite. Dentro de ésta categoría se encuentra el:

- ✓ Servicio de radiodifusión
- ✓ Servicio de radiodifusión por satélite

#### **5. Servicios de Seguridad (Emergencias y Socorro)**

Son servicios de radiocomunicación empleados de manera permanente o temporal para garantizar la seguridad de la vida humana y la salvaguarda de los bienes. Estos servicios son principalmente terrenales aunque puede darse el caso de que se realicen por satélite. Dentro de ésta categoría se encuentra el:

- ✓ Servicio de seguridad
- ✓ Servicio de movimiento de barcos

## 6. Servicios Diversos

Dentro de ésta categoría están servicios de radiocomunicación destinados a aplicaciones científicas, espaciales, aficionados, etc. Algunos son servicios terrenales y otros por satélite. Dentro de ésta categoría se encuentra el:

- ✓ Servicio entre satélites
- ✓ Servicio de operaciones espaciales
- ✓ Servicio de ayudas a la meteorología
- ✓ Servicio de exploración de la tierra por satélite
- ✓ Servicio de meteorología por satélite
- ✓ Servicio de frecuencias patrón y de señales horarias
- ✓ Servicio de frecuencias patrón y de señales horarias por satélite
- ✓ Servicio de investigación espacial
- ✓ Servicio de aficionados
- ✓ Servicio de aficionados por satélite
- ✓ Servicio de radioastronomía

Los servicios de radiocomunicaciones son asignados de acuerdo a los diferentes estudios que se realizan en las diversas bandas de frecuencia, por lo que es importante considerar algunos factores para la atribución de dichos servicios. Algunos de ellos son:

### ➤ Factores técnicos.

Existen diversos factores técnicos que deben ser considerados para la instalación de la infraestructura y/o equipos que brindarán los diferentes servicios de radiocomunicaciones. Entre los más importantes se destacan los siguientes:

- Atenuación. Es un factor directamente proporcional a la frecuencia, en frecuencias altas la atenuación es mayor, por lo que se requiere mayor potencia en transmisión para proporcionar la misma cobertura. Si la frecuencia es baja las antenas presentan menor eficiencia y son de mayor tamaño.
- Propagación. En base a las características de propagación a ciertas frecuencias, no se puede limitar su uso dentro de las fronteras de un país. Por ello ciertos servicios de radiocomunicación con transmisiones

muy amplias, como son los espaciales, requieren atribuciones mundiales.

- Ancho de banda. Es un parámetro clave para transmitir mayor cantidad de datos, es decir proporcionar más calidad.
- Absorción atmosférica. existen frecuencias donde se produce una gran atenuación causada, separadas por ventanas de transmisión donde la atenuación es mucho menor

➤ **Factores económicos.**

Es relevante considerar la disponibilidad de equipos para los mercados internacionales y reducir los costes de producción, ayudando a hacer frente a los requisitos de los países en desarrollo.

➤ **Factores operacionales.**

Algunos servicios de radiocomunicaciones precisan planes mundiales de atribución o disposición de canales en todas las zonas geográficas, pues sus funciones exigen una movilidad de explotación y un uso internacional, tal es el caso del servicio móvil marítimo y aeronáutico.

También es relevante tener en cuenta que los servicios de radiocomunicaciones deben de optimizar al máximo el espectro radioeléctrico dándole un uso eficiente y eficaz considerando que es un recurso natural limitado por capacidades tecnológicas y de gestión. Si bien los constantes avances tecnológicos aumentan a menudo la eficacia en la utilización del espectro, también abren paso a nuevas aplicaciones de las radiocomunicaciones que a la vez crean un aumento en la demanda y el interés por el mismo.

#### **1.4 Conferencias Mundiales de Radiocomunicación (CMR) y Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (RR-UIT).**

En el sistema de las Naciones Unidas, el órgano especializado en las Telecomunicaciones es la UIT. Tiene su antecedente en la creación de la Unión Telegráfica Internacional (París, 1865).

Su acción está basada en la cooperación internacional entre los gobiernos de 193 Estados Miembros y más de 700 entidades del sector privado que lo conforman



Asociados e Instituciones Académicas. Las decisiones de este órgano se toman, en su mayoría, por consenso ya que afectan la futura orientación de la industria de las telecomunicaciones y políticas públicas de las naciones en esta materia.

El marco jurídico de la UIT con carácter de tratado está comprendido por la Constitución y el Convenio Internacional, firmados el 22 de diciembre de 1992 en Ginebra, Suiza entrando en vigor el 1 de junio de 1994 y los Reglamentos Administrativos (Reglamento de Radiocomunicaciones y Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales), que constituyen un complemento a la Constitución y al Convenio. En México, estos documentos fueron aprobados el 29 de diciembre de 1966 por el Poder Ejecutivo Federal y el Senado de la República.



La utilización de las frecuencias del espectro radioeléctrico está regida a través del RR-UIT, siendo éste un instrumento jurídico internacional sobre las radiocomunicaciones. Dicho reglamento está contemplado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y en el Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, firmado y ratificado por México.

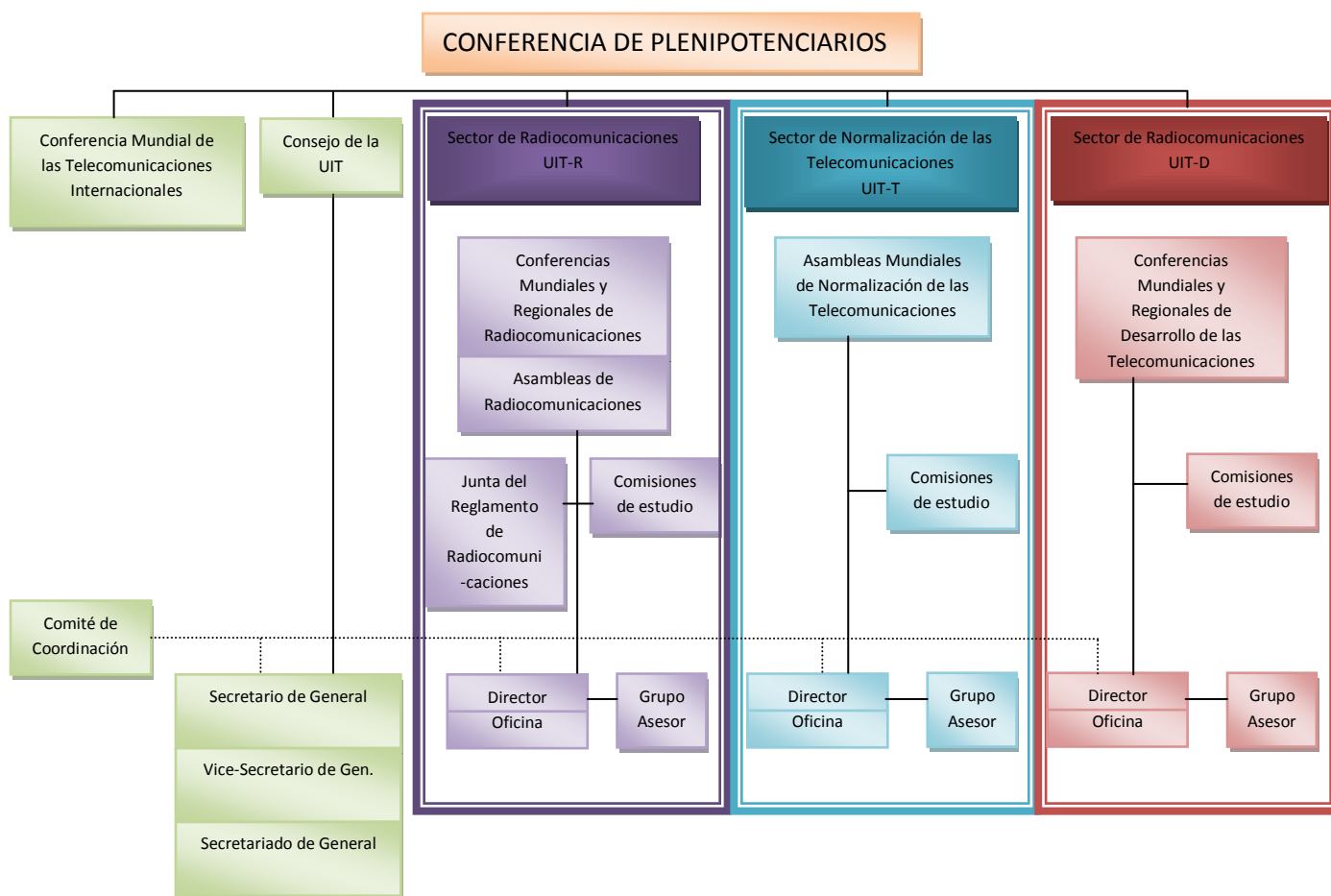
**Figura 1.5** Reglamento de radiocomunicaciones

De acuerdo a lo establecido por el artículo 133 constitucional, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados por el ejecutivo Federal y aprobados por el Senado de la República, ocupan, ambos, el rango inmediatamente inferior a la CPEUM en la jerarquía de las normas en el orden jurídico mexicano. Por lo que el RR-UIT constituye un compromiso internacional asumido por nuestro país.

Dentro de la estructura de la UIT se tiene contemplado al Sector de Radiocomunicaciones (en lo sucesivo UIT-R) que es el órgano responsable de coordinar todo el conjunto de servicios de radiocomunicaciones, determina las características técnicas y los procedimientos operativos de dichos servicios. Se encarga de la gestión internacional del espectro de frecuencias radioeléctricas y de la utilización de las órbitas de los satélites para que los satélites de comunicación, radiodifusión y meteorología, que giran cada vez en mayor número en torno a la Tierra, puedan coexistir sin que ninguno de ellos cause interferencia perjudicial a los servicios de otro.

El UIT-R tiene la tarea de la elaboración y la aprobación del RR-UIT, el cual consta de conjunto de normas con carácter de tratado internacional vinculante por el cual se rige la utilización del espectro radioeléctrico por los 40 servicios de radiocomunicaciones, mencionados anteriormente, en todo el mundo.

En la Conferencia Radiotelegráfica Internacional de Berlín que se llevó a cabo en 1906, se estableció el primer RR-UIT. En 1947, la popularidad de los sistemas de radiocomunicaciones había llegado a tal punto que el Cuadro de Atribución de Frecuencias, creado en 1912 para controlar la utilización de las diversas partes del espectro, se hizo preceptivo con el fin de posibilitar el funcionamiento sin interferencias de los diferentes servicios.



**Figura 1.6** Estructura de la UIT a partir del 1 de Marzo de 1993

Las frecuencias que están contempladas en el RR-UIT abarcan desde los 9 KHz hasta los 400 GHz, y tiene ahora más de 1000 páginas de información en las que se describe cómo ha de utilizarse el espectro y cómo ha de compartirse a nivel mundial. El RR-UIT

es debida y puntualmente actualizado parcial o totalmente a través de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones.

Las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) son eventos de gran convocatoria que reúnen entidades tanto públicas como privadas de todo el mundo cada 3 o 4 años y es la única instancia en la que se puede modificar el RR-UIT. Ordenan por medio de resoluciones a las diferentes instancias del UIT-R, a realizar investigaciones, trabajos, reportes o recomendaciones cuyos resultados sirvan como insumo a la siguiente CMR. Al lapso de tiempo entre dos CMR consecutivas se le denomina sitio de estudio. Las Comisiones de Estudio se reúnen varias veces al año y son espacios concentrados en lo técnico.

Los temas a tratar en una CMR se determinan con una anticipación de cuatro a seis años; el orden del día final es establecido por el Consejo de la UIT, dos años antes de la Conferencia con el acuerdo de la mayoría de los Estados Miembros.

Las principales funciones de la CMR, de conformidad con la Constitución de la UIT, son:

- revisar el Reglamento de Radiocomunicaciones y cualquiera de los planes correspondientes de asignación y adjudicación de frecuencias;
- examinar cualquier asunto de radiocomunicaciones de carácter mundial;
- formular instrucciones dirigidas a la Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones y a la Oficina de Radiocomunicaciones, y revisar sus actividades;
- determinar las Cuestiones que han de ser objeto de estudio por la Asamblea de Radiocomunicaciones y sus Comisiones de Estudio, como parte de los trabajos preparatorios para futuras conferencias de radiocomunicaciones.

Cualquier región de la UIT o grupo de países puede celebrar una conferencia regional de radiocomunicaciones, cuyo mandato será concluir acuerdos relativos a un servicio de radiocomunicaciones o a una banda de frecuencias particular. No obstante, dichas Conferencias no pueden modificar el Reglamento de Radiocomunicaciones, a menos que lo apruebe una CMR, y sus Actas finales sólo serán vinculantes para aquellos países que sean partes en el Acuerdo.

En México, de conformidad al Artículo Séptimo Transitorio del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6º., 7º., 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones, publicado en el DOF el 11 de junio de 2013, el recién constituido Instituto Federal de Telecomunicaciones, es quien define la posición que México debe

tomar y defender ante las CMR y se encarga de coordinar las actividades preparatorias correspondientes.

En la última CMR celebrada en Ginebra, Suiza, del 23 de enero al 17 de febrero del 2012 (en lo sucesivo la “CMR-12”), de manera unánime, las delegaciones presentes en la CMR-12 aprobaron la inclusión del siguiente punto en el orden del día de la CMR-15:

*“Considerar atribuciones adicionales de espectro para el servicio móvil a título primario y la identificación de bandas de frecuencia adicionales para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT), así como las disposiciones regulatorias relacionadas, a efecto de facilitar el desarrollo de aplicaciones terrestres de banda ancha móvil”.*

El Cuadro de Atribución de Frecuencias y el RR-UIT sólo son modificados en las CMR en base a las negociaciones entre las delegaciones nacionales, que trabajan para hacer compatibles las distintas demandas de mayor capacidad con la necesidad de proteger los servicios existentes. Si un país o grupo de países desea obtener una banda de frecuencias para un fin que no esté contemplado en el Cuadro de Atribución de Frecuencias, pueden introducirse cambios en el mismo, siempre que se obtenga el consenso de todos los Estados Miembros.

Además de administrar el Cuadro de Atribución de Frecuencias, las CMR pueden también aprobar planes de asignaciones o de adjudicaciones para servicios en los cuales la transmisión y la recepción no se limitan necesariamente a un determinado país o territorio. En el caso de los planes de asignaciones, las frecuencias se atribuyen sobre la base de las necesidades comunicadas por cada país para cada estación dentro de un determinado servicio, mientras que en el caso de los planes de adjudicaciones, se adjudican a cada país las frecuencias que utilizará un determinado servicio, y después las autoridades nacionales se encargan de hacer las asignaciones correspondientes a cada estación dentro de ese servicio.

## CAPITULO 2

### SITUACIÓN ACTUAL DE LA DE LA BANDA DE 2500-2690 MHz.

---

#### 2.1. Análisis de la tendencia mundial del uso de la banda.

Actualmente existe una cantidad innumerable de avances tecnológicos que han permitido el desarrollo acelerado de la sociedad y el conocimiento. Los recursos naturales son limitados y las tecnologías que se desarrollan tienen la finalidad, en gran medida, de aprovechar esos recursos a su máxima capacidad. Tal es el caso del espectro radioeléctrico, un recurso natural que no podemos palpar pero es indispensable en las telecomunicaciones y es único en el mundo.

A medida de que los servicios de las telecomunicaciones aumentan, se incrementa la demanda de éste apreciable recurso. La radiodifusión, las comunicaciones inalámbricas, la transmisión de datos e información, las investigaciones espaciales y meteorológicas, entre otros servicios dependen del espectro radioeléctrico para cumplir su función. Es ahí donde surge la necesidad de que éste recurso se administre de manera eficiente y se adopten medidas estrictas para utilizarlo de manera racional, equitativa, eficaz y económica [8]. Por ello, el UIT-R establece las características técnicas y los procedimientos operacionales de los servicios y sistemas de radiocomunicaciones, a través de normas técnicas.

Estas normas técnicas no tienen un carácter obligatorio para los Estados miembros<sup>6</sup> de la UIT, por lo que se denominan recomendaciones. Sin embargo, garantizan la interconexión continua de las redes y las tecnologías, y la mejora del acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) a nivel mundial.

Las recomendaciones de la UIT son fundamentales para el funcionamiento de las redes TIC. El acceso a Internet, los protocolos de transporte, la compresión de voz y vídeo, las redes domésticas e incontables otros aspectos de las TIC dependen de centenares de normas de la UIT para poder funcionar a escala local y mundial.

---

<sup>6</sup> México ingresó el 1 de junio de 1908 a la entonces Unión Telegráfica Internacional, que se convirtió en 1934 en la UIT. México ha sido miembro del Consejo de manera ininterrumpida desde 1993.

El UIT-R desarrolla recomendaciones que son normas técnicas internacionales provenientes de estudios efectuados por las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones sobre diversos aspectos, entre los cuales destaca el uso eficaz del espectro de radiofrecuencia por todos los servicios de radiocomunicaciones, la propagación de las ondas radioeléctricas y la utilización de una amplia gama de servicios inalámbricos, incluyendo las nuevas tecnologías de comunicación móvil.

En 2000, la UIT identificó a la Banda de 2.5 GHz como susceptible para la prestación de servicios internacionales móviles; en el 2007 emitió una recomendación solicitando a los gobiernos poner a disposición la banda de 2 500-2 690 MHz para servicios de banda ancha de nueva generación [5]. En las actas finales de la CMR-07 están descritas las notas internacionales así como las atribuciones de la banda de frecuencias en comento presentadas a continuación:

<b>Atribución a los servicios</b>		
<b>Región 1</b>	<b>Región 2</b>	<b>Región 3</b>
<b>2 520-2 655</b> FIJO 5.410 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416  5.339 5.405 5.412 5.417C 5.417D 5.418B 5.418C	<b>2 520-2 655</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416  5.339 5.417C 5.417D 5.418B 5.418C	<b>2 520-2 535</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416 5.403 5.414A 5.415A  <b>2 535-2 655</b> FIJO 5.410 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416 5.339 5.417A 5.417B 5.417C 5.417D 5.418 5.418A 5.418B 5.418C
<b>2 655-2 670</b> FIJO 5.410 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.208B 5.413 5.416 Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)  5.149 5.412	<b>2655-2 670</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) (espacio-Tierra) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416 Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo) 5.149 5.208B	<b>2655-2 670</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416 Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo) 5.149 5.208B 5.420

<b>2 670-2 690</b> FIJO 5.410 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)  5.149 5.412	<b>2 670-2 690</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) (espacio-Tierra) 5.208B 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)  5.149	<b>2 670-2 690</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.351A 5.419 Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)  5.149
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 2.1** Atribución de la banda de frecuencias de 2500-2690 MHz, Actas finales CMR-07

A partir de las recomendaciones emitidas por la UIT, diversos países han empezado el reordenamiento en dicha banda utilizándola para llevar Internet a distintos dispositivos móviles. A continuación se describen algunas acciones que han implementado en algunos países sobre la banda de 2500-2690 MHz:

➤ **Brasil**

En junio del 2012, la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Anatel), encargada de la regulación de las telecomunicaciones en Brasil, concluyó el proceso de la adjudicación de espectro de la banda 2.5 GHz y la banda 450 MHz, ambas divididas en cuatro bloques de cobertura nacional y otros menores para servicios regionales. El monto recaudado por la subasta alcanzó los mil 420 millones de dólares [18].

El uso de la banda 2.5 GHz está destinada para distribución de banda ancha móvil con tecnología LTE (Long Term Evolution) con una velocidad mínima de 10 Mbps. La finalidad de subastar ambas bandas de manera conjunta fue fomentar la inversión privada, logrando con ello que los operadores ofrecieran servicios de voz y datos móviles en zonas rurales. La distribución de los operadores finales quedó establecida de la siguiente manera:

OPERADOR	BLOQUE	CONTRAPRESTACIÓN EN DÓLARES
<b>Claro de América Móvil</b>	20x20 – 2.5 GHz	410 millones
	14 MHz – 450 MHz	
<b>Vivo de Telefónica</b>	20x20 – 2.5 GHz.	510 millones
	14 MHz – 450 MHz	
<b>TIM de Telecom Italia</b>	10x10 – 2.5 GHz.	165 millones
	14 MHz – 450 MHz	
<b>Oi</b>	10x10 – 2.5 GHz.	160 millones
	14 MHz – 450 MHz	

Fuente: elaboración propia con información de Mediatelecom

**Tabla 2.2** Resultados de la licitación de la banda de 2.5 GHz en Brasil

### ➤ **Australia**

En mayo del 2012 se presentaron los resultados de la licitación de la banda 2.5 GHz y la banda de 700 MHz realizada en Australia, fijando límites de acumulación de espectro para los operadores, estableciendo como tope 80 MHz pareados [2]. La atribución de la banda de 2.5 GHz es para los servicios conocidos como servicios de cuarta generación (4G) y los operadores quedaron repartidos de la siguiente forma:

OPERADOR	ESPECTRO	CONTRAPRESTACIÓN EN DÓLARES
<b>Telstra</b>	80 MHz	1,334 millones
<b>Optus Mobile</b>	40 MHz	665 millones



<b>TPG Internet</b>	<b>20 MHz</b>	<b>14 millones</b>
---------------------	---------------	--------------------

Fuente: elaboración propia con información de teleconomics

**Tabla 2.3** Resultados de la licitación de la banda de 2.5 GHz en Australia

### ➤ Colombia

La atribución de la banda de 2.5 GHz en Colombia fueron los servicios de telefonía y banda ancha móvil de cuarta generación, para la cual se abrió la convocatoria de subasta en marzo del 2012. La multinacional mexicana Claro y DirecTV, ganaron la banda 2.5 GHz con una ocupación de 30 MHz y 70 MHz respectivamente, lo que le permitirá cubrir al menos a los 600 municipios más alejados y con mayores niveles de pobreza de Colombia. La contraprestación pagada por los operadores fue de 62.4 millones de dólares por parte de Claro y 77.6 millones de dólares por parte de DirecTV.

La subasta de diversas bandas incluidas la de 2.5 GHz, son la parte fundamental del Plan Vive Digital del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, pues la tecnología 4G será fundamental para la masificación en internet por todo el territorio nacional y para alcanzar la meta de 8,8 millones de conexiones a banda ancha para el año 2014.

### ➤ Chile

La Subsecretaria de Telecomunicaciones (Subtel), encargada de regular las telecomunicaciones en Chile, repartió la banda de 2.5 GHz entre tres operadores en bloques de 20+20 MHz, imponiendo obligaciones de cobertura para los ganadores de la licitación [3].

Cada operador tiene como límite un año para el despliegue e inicio de operaciones de las redes a nivel nacional, así como la obligación en un máximo de dos años para conectar las 543 localidades aisladas adicionales, que contempla el concurso como contraprestación al país, contados a partir de la publicación de las concesiones por parte del gobierno chileno.

Para definir a los operadores finales, se consideró la cobertura, la velocidad en el despliegue de la red, así como el ofrecimiento de la compartición de infraestructura. Posteriormente, se definió a través de las propuestas económicas con las que se acumuló una contraprestación de 12 millones 470 mil dólares [18]. La asignación de la banda quedó de la siguiente manera:

OPERADOR	ESPECTRO	CONTRAPRESTACIÓN EN DÓLARES
<b>Claro de América Móvil</b>	Bloque A 2.505 MHz – 2.525 MHz 2.625 MHz – 2.645 MHz	2.9 millones
<b>Movistar de Telefónica</b>	Bloque B 2.525 MHz – 2.545 MHz 2.645 MHz – 2.665 MHz	512 mil
<b>Entel</b>	Bloque C 2.545 MHz – 2.565 MHz 2.665 MHz – 2.685 MHz	9 millones

Fuente: elaboración propia con información de Mediatelecom y Wayerless

**Tabla 2.4** Resultados de la licitación de la banda de 2.5 GHz en Chile

### ➤ Reino Unido

Con el propósito de promover una mayor competencia en el mercado móvil de 4G, el regulador de Reino Unido Ofcom, subastó la banda 2.5 GHz y 800 MHz para el servicio de banda ancha móvil, siendo los ganadores: Everything Everywhere, Hutchison 3G UK, Niche Spectrum Ventures Ltd (una subsidiaria de BT Group plc), Telefónica UK y Vodafone.

La banda 2.5 GHz es considerada como ideal para una mayor capacidad y una velocidad más rápida, logrando con ello una amplia cobertura y hacer frente a la importante demanda en centros urbanos.

El gobierno británico recibirá ingresos por 2,340 millones de libras por las frecuencias subastadas aunque todavía queda el proceso de determinar en qué parte de la banda de 800 MHz y 2.6 GHz se situará cada uno de los ofertantes ganadores y en breve solicitarán frecuencia.

## ➤ Otros países

Los primeros países en el despliegue de la red LTE (Long Term Evolution) fueron Noruega y Suecia en diciembre de 2008. El despliegue fue realizado en la banda de 2.5 GHz por Telia Sonera.

Los países europeos como España, Francia, Dinamarca, Bélgica, Austria, Alemania, Finlandia, Holanda e Italia, utilizaron ésta misma banda para servicios de móviles.

En América Latina, Brasil, Colombia, Puerto Rico, República Dominicana y Uruguay han implementado la tecnología LTE, aunque solo Colombia y Brasil utilizaron la banda 2.5 GHz para el despliegue. Por otro lado, Perú utilizó la banda para redes WiMax.

En Rusia, el operador Yota desplegó la red LTE mayorista sobre la banda de 2.5 GHz, donde tiene asignados solo 30 MHz. Su objetivo es atraer operadores móviles virtuales, pero hasta ahora no ha tenido éxito.

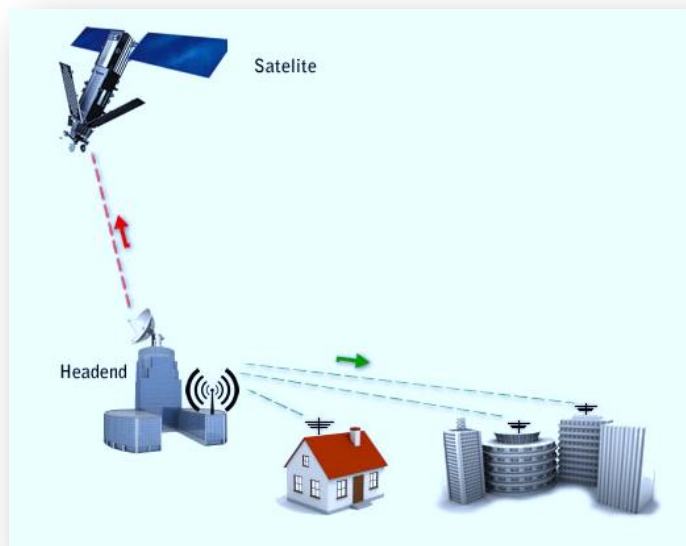
Ruanda y Kenia dieron a conocer los planes para desplegar sus redes desde el 2010, no obstante a la fecha no se han llevado a cabo. En la minuta de la reforma de telecomunicaciones está previsto que las redes no serán operadas por entes públicos, sino por operadores privados. La idea es que los operadores establecidos puedan beneficiarse del acceso a las respectivas redes de la misma forma que lo podrán hacer operadores móviles virtuales.

Las subastas de la banda 2.5 GHz realizadas en diversos países, muestran una tendencia donde los operadores son competitivos, actuales y tienen una vasta experiencia en el campo, es decir, no hubo espacio para nuevos competidores. Sin embargo, para determinar a los operadores ganadores, se consideró los compromisos adquiridos por los operadores, tanto en cobertura social, despliegue de infraestructura y niveles de calidad para el suscriptor final; garantizando con ello, la rentabilidad de las frecuencias otorgadas, que en la cobertura fueran consideradas las zonas rurales y localidades apartadas y además de la compartición de infraestructura, mayor velocidad y capacidad de la red [21].

La asignación de la banda de 2.5 GHz para ofrecer servicios móviles tiene diversos objetivos, entre los cuales destaca elevar los recursos públicos de un país, alcanzar zonas de difícil acceso, incrementar la capacidad de las redes y con ello disminuir su costo.

## 2.2. Descripción de la tecnología MMDS.

La tecnología MMDS (Multipoint Microwave Distribution Systems), corresponde a sistemas para transmitir varios canales de televisión desde un punto de origen que se denomina la Cabecera a los subscriptores que estén dentro del radio de alcance del transmisor, para recibir la señal se utilizan pequeñas antenas que son colocadas en los hogares de los usuarios. Ésta antena tiene integrado un convertidor de frecuencia de bajo costo y un decodificador o STB (Set Top Box) junto al televisor [13]. Es la evolución del sistema MDS (Multipoint Distribution System).



**Figura 2.1** Sistema MMDS

Los sistemas de MMDS constituyen una alternativa inalámbrica a la Televisión por Cable, dado que proporcionan servicios similares, y por esa razón el MMDS se llama también "Cable Inalámbrico", además de facilitar el acceso en zonas en las que no es factible realizar un cableado convencional, ya sea por costos, cobertura geográfica, condiciones climáticas, etc. [12].

MMDS es un sistema creado para operar en frecuencias UHF, en Estados Unidos de América. El rango de frecuencias en el que normalmente operan los sistemas MMDS es de 2.1 GHz a 2.7 GHz, aunque también existen sistemas que operan en frecuencias de 2.3 GHz, 3.7 GHz, 12 GHz e incluso 28 GHz. En un principio se desarrolló para transmitir 31 canales de TV analógicos en una banda de 2,500 a 2,686MHz, con un ancho de banda de 6 MHz por cada canal.

Para que opere correctamente el sistema MMDS, es indispensable tener línea de vista entre la estación transmisora y la antena receptora, esto es, no tener obstrucciones entre la antena receptora y la antena transmisora. Se caracteriza por necesitar menos equipo por parte del proveedor dado que es de largo alcance, aunque tiende a tener distorsiones. Se pueden utilizar estaciones repetidoras para retransmitir las señales MMDS a las áreas sin cobertura. El alcance de una antena transmisora puede ser de hasta 56 Km dependiendo de la potencia de transmisión [13].

En 1983, la FCC (Federal Communications Commission)<sup>7</sup> asignó el rango de frecuencias de 2,500 a 2,686MHz, para los sistemas MDS e ITFS (por sus siglas en inglés Instructional Television Fixed Service) y refirió como nuevo sistema a la tecnología MMDS [5].

A continuación se presenta una tabla con las frecuencias utilizadas en el sistema MMDS:

Rango de Frecuencias [GHz]	Tipo de Servicio	Número de Canales	Ancho de Banda del Canal
2.15-2.162	MDS	2	6 MHz
2.305-2.320	WCS <sup>8</sup>	2	5 & 10 MHz
2.345-2.360	WCS	2	5 & 10 MHz
2.5-2.596	ITFS	16	6 MHz
2.596-2.644	MMDS	8	6 MHz
2.644-2.686	ITFS	4	6 MHz
2.686-2.686	MMDS	31	125 KHz

Fuente: FCC

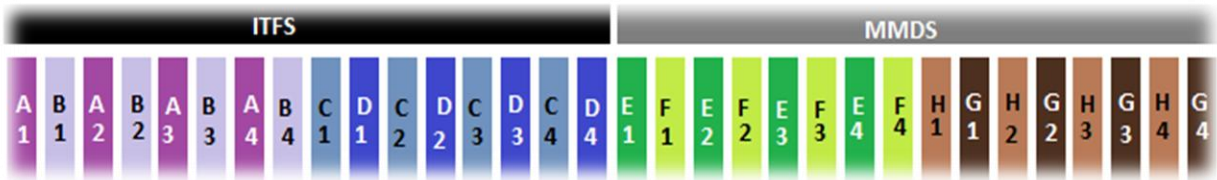
**Tabla 2.5** Frecuencias utilizadas en el sistema MMDS

Los canales asignados al uso del sistema MMDS para difusión de televisión en un solo sentido están divididos en grupos de la siguiente manera:

<sup>7</sup> La FCC regula las comunicaciones interestatales e internacionales por radio, televisión, cable, y satélite en EUA.

<sup>8</sup> Wireless Communication Service

- 16 canales ITFS grupos del A al D, de 2500-2596 MHz. 8 canales MMDS grupos E y F de 2596-2644 MHz.
- 4 canales ITFS grupo G entrelazados con 3 canales MMDS grupo H: 1/2/3 de 2644-2686 MHz

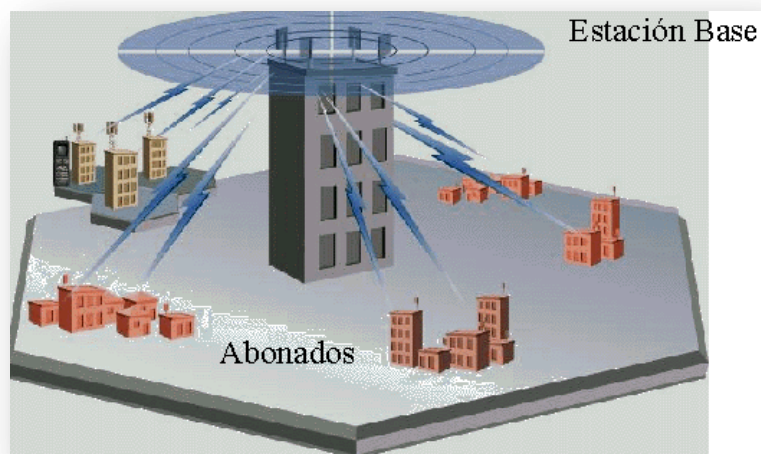


**Figura 2.2** Esquema de identificación de canales

Normalmente, los operadores utilizan la porción del espectro MMDS/ITFS como canal de bajada y el canal MDS como canal de subida.

En la actualidad los sistemas MMDS proporcionan diversos servicios como son: servicio inalámbrico de banda ancha que distribuye una programación multicanal de televisión, acceso a internet, transferencia de datos, acceso bidireccional o “two way” y un sinnúmero de servicios interactivos.

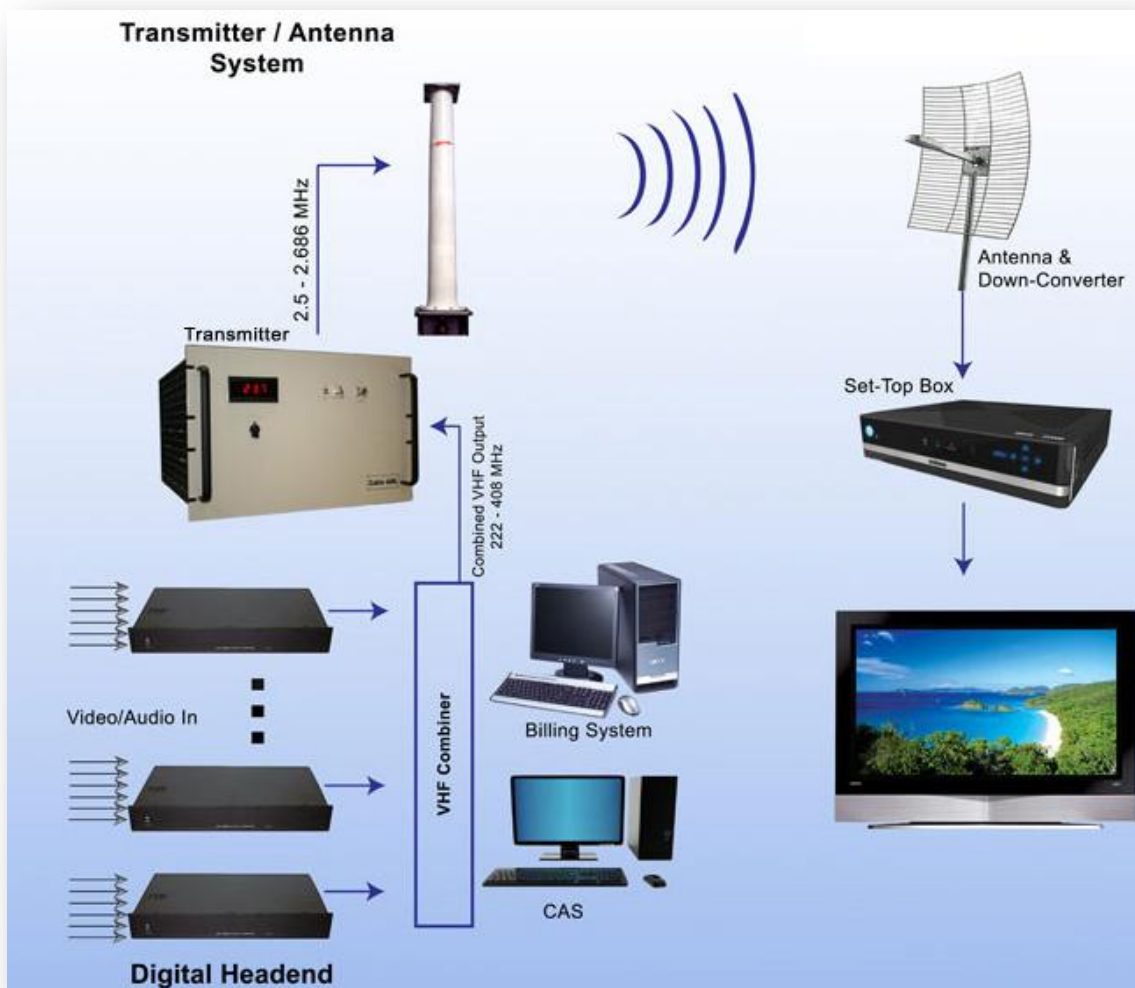
Un sistema MMDS establece un servicio bidireccional, para el cual, se reserva una pequeña parte del ancho de banda para tráfico de información en el sentido abonado->estación base.



**Figura 2.3** Estación base y abonados.

La tecnología digital ha mejorado los sistemas de MMDS de dos maneras:

- En lugar de llevar sólo un programa de TV analógico, cada canal transmite un mínimo de seis programas digitales, con lo que se multiplica por seis el número de programas que pueden transmitirse en el mismo ancho de banda.
- El sistema de MMDS puede integrarse con un sistema de Internet inalámbrico, para proporcionar servicio de transmisión de datos y acceso inalámbrico a Internet.



**Figura2.4** Elementos del sistema de MMDS digital

### 2.3. Asignación y plan de canalización para el servicio de MMDS en México.

Originalmente la banda de 2.5 GHz. fue concesionada en México para el servicio de televisión y audio restringidos<sup>9</sup>, entendiéndose por lo anterior aquellos servicios que, mediante contrato y pago periódico de una cantidad preestablecida y revisable, el concesionario o permisionario distribuye de manera continua programación de audio y video asociados, con tecnología MMDS, mejor conocida como Microondas. Esta tecnología está dedicada a proveer servicios a clientes no alcanzables mediante el servicio por cable. (Artículo 2 del Reglamento del Servicio de Televisión y Audio Restringidos, fracción XX o XXI).

En febrero de 1991 se publicaron en el DOF diversos acuerdos que establecieron las condiciones para la instalación, operación y explotación de redes públicas de radiocomunicación fija para la prestación de los servicios públicos de televisión y audio restringido, en los que se definió un ancho de banda de 6 MHz por canal, siguiendo los estándares de transmisión de la televisión abierta, de forma que en los 190 MHz disponibles en una misma área de cobertura, el máximo de canales que se podrían prestar en esta banda era de 31 [19].

Actualmente la canalización establecida en la banda de 2.5 GHz está dividida por grupos de la siguiente forma:

#### GRUPO A

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
A1	2500	2506
A2	2512	2518
A3	2524	2530
A4	2536	2542

#### GRUPO B

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
B1	2506	2512
B2	2518	2524
B3	2530	2536
B4	2542	2548

<sup>9</sup> Conforme al artículo 2 fracción XX del Reglamento del Servicio de Televisión y Audio Restringidos, el servicio de televisión y audio restringidos es el servicio en el que la transmisión de las señales y su recepción por parte de los suscriptores, se realiza a través de redes cableadas o de antenas transmisoras terrenas.



GRUPO C

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
C1	2548	2554
C2	2560	2566
C3	2572	2578
C4	2584	2590

GRUPO D

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
D1	2554	2560
D2	2566	2572
D3	2578	2584
D4	2590	2596

GRUPO E

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
E1	2596	2602
E2	2608	2614
E3	2620	2626
E4	2632	2638

GRUPO F

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
F1	2602	2608
F2	2614	2620
F3	2626	2632
F4	2638	2644

GRUPO G

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
G1	2644	2650
G2	2656	2662
G3	2668	2674
G4	2680	2686

GRUPO H

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
H1	2650	2656
H2	2662	2668
H3	2674	2680
H4	2686	2692

CITTX<sup>10</sup>

CANAL	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
CITTX	2686	2690

Fuente: elaboración propia con información de COFETEL

#### 2.4. Concesiones otorgadas en México antes de la publicación de la Ley Federal de Telecomunicaciones (1995).

La SCT con fundamento en los artículos 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 8 y 15 de la Ley de Vías Generales de Comunicación otorgó 28 títulos de concesión para instalar, operar y explotar una Red Pública de Radiocomunicación Fija para prestar el Servicio Público de Televisión Restringida en diversas localidades de la República Mexicana, mediante asignación directa<sup>11</sup>, en los que no hubo pago de contraprestación<sup>12</sup> inicial.

En noviembre de 1989, la SCT otorgó la primera concesión en la Banda de 2,500-2,690 MHz, (en lo sucesivo banda de 2.5 GHz) para prestar servicios de televisión restringida bajo el sistema denominado MMDS. (Por sus siglas en inglés, Multipoint Microwave Distribution Systems), que en términos de transmisión corresponde a un Sistema de Distribución de Señales de Televisión y Audio Asociado por medio de Microondas.

Durante 1990 y 1991, la SCT otorgó 13 títulos de concesión para prestar servicios de audio y televisión restringidos con MMDS [19].

Entre 1994 y 1995 SCT otorgó 15 títulos más de concesión a diversos concesionarios.

RAZÓN SOCIAL	TOTAL DE MHZ	SERVICIO	ESTADO	FECHA DE EXPEDICIÓN TÍTULO	VIGENCIA	FECHA DE VENCIMIENTO
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	144	MMDS	Distrito Federal	Título original Sistema de Distribución de Señales 28/11/1988; Cambio de Naturaleza a Red Pública de Telecomunicaciones 15/11/200; Prórroga y Modificación del Título de Bandas 02/09/2004	Del Sistema 15 años; Del Título por el cambio 27/11/2003; Prórroga y Modificación 10 años	<b>27-nov-2013</b>

<sup>10</sup> Canal de interactividad para la transmisión de señales de banda angosta, empleando transmisores de baja potencia.

<sup>11</sup> Definir: Asignación Directa

<sup>12</sup> Contraprestación.

<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	144	MMDS	Puebla	29-sep-90	15 años	<b>VENCIDA</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	144	MMDS	Veracruz	12-jun-91	15 años (6/05/2006)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Distrito Federal	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Guerrero	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Puebla	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Jalisco	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Baja California	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Veracruz	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Morelos	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Nuevo León	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Baja California	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>

<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	12	Audio Restringido	Quintana Roo	Concesión original 31/10/1991; Prórroga y Modificación 25/07/2003	Concesión original 10 años (31/10/2001) ; Prórroga y Modificación 5 años (del 13/03/2002 al 12/03/2007)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	144	MMDS	Jalisco	21-ene-94	15 años (prórrogas extemporaneas)	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	144	MMDS	Nuevo León	21-ene-94	15 años (prórrogas extemporaneas)	<b>VENCIDA</b>
<b>Ultra TV de Torreón, S.A. de C.V.</b>	48	MMDS	Coahuila	Título original 2/10/1995 Prórroga y Modificación 29/09/2006	Original 10 años Prórroga 10 años (2/10/215)	<b>02-oct-2015</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	24	MMDS	México	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	24	MMDS	Hidalgo	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	24	MMDS	San Luis Potosí	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	48	MMDS	Oaxaca	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	96	MMDS	Yucatán	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	108	MMDS	Querétaro	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>Arturo Sánchez Hernández</b>	48	MMDS	Guanajuato	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>Canal Plus, S.A. de C.V.</b>	24	MMDS	Chiapas	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>José Gerardo Gaudiano Peralta</b>	144	MMDS	Tabasco	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>Raúl Xavier González Valdés</b>	96	MMDS	Coahuila	02-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>Ricardo Mazón Lizárraga</b>	24	MMDS	Chihuahua	20-oct-95	10 años	<b>VENCIDA</b>
<b>José Antonio Ibarra Fariña</b>	48	MMDS	Sinaloa	02-oct-95	10 años (La SCT mediante oficio 1.-808 de fecha 12 de enero de 2010, resolvió declarar la terminación de las concesiones de bandas y de red)	<b>VENCIDA</b>
<b>José Antonio Ibarra Fariña</b>	48	MMDS	Sonora	02-oct-95	10 años (La SCT mediante oficio 1.-807 de fecha 12 de enero de 2010, resolvió declarar la terminación de las concesiones de bandas y de red)	<b>VENCIDA</b>

**Tabla 2.6** Concesiones otorgadas antes de la LFT

## 2.5. Concesiones otorgadas en México después de la publicación de la Ley Federal de Telecomunicaciones (1995).

A partir de 1998, la SCT otorgó los demás títulos de concesión de conformidad con los artículos 36, fracción III de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 10 fracción II, 12, 24, 25, 26, 27 y demás relativos a la Ley Federal de Telecomunicaciones (en adelante “LFT”), para instalar operar o explotar una red pública de telecomunicaciones, para prestar el servicio de televisión restringido a través de los sistemas MMDS.

En noviembre de 1998, bajo la LFT se otorgaron a través de licitación pública 18 títulos de bandas del espectro radioeléctrico a diversos concesionarios para prestar servicios de audio y televisión restringidos vía MMDS.

Entre 1999 y 2000, se otorgaron mediante licitación 47 títulos de concesión a diversos concesionarios para prestar servicios de audio y televisión restringidos vía MMDS, de los cuales 44 títulos realizaron un pago único como contraprestación. El monto total pagado por estos 43 títulos ascendió a \$112,398,000.00 (ciento doce millones trescientos noventa y ocho mil pesos 00/100 M.N.) [16]. En los 4 títulos restantes se estableció como contraprestación el pago del derecho establecido en el artículo 244 de la Ley Federal de Derechos (en adelante “LFD”) por concepto del uso del espectro radioeléctrico [19].

RAZÓN SOCIAL	TOTAL DE MHZ	SERVICIO	ESTADO	FECHA DE EXPEDICIÓN TÍTULO	VIGENCIA	FECHA DE VENCIMIENTO
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	34	MMDS	Jalisco	23-nov-98	20 años	23-nov-2018
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	28	MMDS	Nuevo León	23-nov-98	20 años	23-nov-2018
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	34	MMDS	Distrito Federal	23-nov-98	20 años	23-nov-2018
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	142	MMDS	Guanajuato	23-nov-98	20 años	23-nov-2018
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	48	MMDS	Guanajuato	28-mar-00	20 años	28-mar-2020
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	94	MMDS	Yucatán	23-nov-98	20 años	23-nov-2018
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	166	MMDS	Chiapas	23-nov-98	20 años	23-nov-2018
MVS Multivisión, S.A. de C.V.	82	MMDS	Querétaro y Guanajuato	23-nov-98	20 años	23-nov-2018

<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	46	MMDS	Tabasco y Chiapas	23-nov-98	20 años	<b>23-nov-2018</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	166	MMDS	México	18-nov-98	20 años	<b>18-nov-2018</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	166	MMDS	San Luis Potosí	18-nov-98	20 años	<b>18-nov-2018</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	142	MMDS	Sinaloa	18-nov-98	20 años	<b>18-nov-2018</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	142	MMDS	Sonora	18-nov-98	20 años	<b>18-nov-2018</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	142	MMDS	Oaxaca	28-mar-00	20 años	<b>28-mar-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	166	MMDS	Hidalgo	28-mar-00	20 años	<b>28-mar-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Michoacán	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Michoacán	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Nayarit y Jalisco	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Michoacán	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Chihuahua	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Durango	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Chihuahua	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Sonora	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Sinaloa	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Sonora	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Sinaloa	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Veracruz	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Veracruz y Puebla	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	160	MMDS	Guerrero	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Jalisco	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>

<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Colima	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Campeche	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Quintana Roo	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Chiapas	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Campeche	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Quintana Roo	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	160	MMDS	Quintana Roo	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Sonora	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Baja California	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>MVS Multivisión, S.A. de C.V.</b>	160	MMDS	Baja California	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Aire Cable, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Coahuila	23-nov-98	20 años	<b>23-nov-2018</b>
<b>Aire Cable, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Nuevo León y Tamaulipas	23-nov-98	20 años	<b>23-nov-2018</b>
<b>Alfonso Esper Bujaidar</b>	190	MMDS	San Luis Potosí	24-mar-99	20 años	<b>24-mar-2019</b>
<b>Alfonso Esper Bujaidar</b>	190	MMDS	Tamaulipas y Nuevo León	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>David Arvizu Rashid</b>	190	MMDS	Baja California	13-sep-99	20 años	<b>13-sep-2019</b>
<b>David Arvizu Rashid</b>	190	MMDS	Sonora	13-sep-99	20 años	<b>13-sep-2019</b>
<b>Mega Cable, S.A. de C.V.</b>	166	MMDS	Chihuahua	03-may-00	20 años	<b>03-may-2020</b>
<b>Raúl Xavier González Valdés</b>	94	MMDS	Coahuila	20-nov-98	20 años (la SCT negó la prórroga de esta concesión de bandas y la terminación del título de red mediante la Resolución 1.337 de fecha 22 de julio de 2009)	<b>20-nov-2018</b>
<b>Raúl Xavier González Valdés</b>	190	MMDS	Coahuila	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Raúl Xavier González Valdés</b>	190	MMDS	Tamaulipas y Nuevo León	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>TDS Comunicacio nes, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Baja California Sur	03-feb-00	20 años	<b>03-feb-2020</b>
<b>Telefutura, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Tamaulipas	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>TV Zac, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Zacatecas y Jalisco	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>

<b>Ultra TV de Torreón, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Coahuila y Durango	23-nov-98	20 años	<b>23-nov-2018</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	34	MMDS	Puebla y Tlaxcala	23-nov-98	20 años	<b>23-nov-2018</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	34	MMDS	Veracruz	23-nov-98	20 años	<b>23-nov-2018</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Morelos	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	160	MMDS	Morelos	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Guerrero	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Guerrero	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Puebla	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Veracruz	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Veracruz	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Zacatecas y Jalisco	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>
<b>Ultravisión, S.A. de C.V.</b>	190	MMDS	Tamaulipas	06-oct-00	20 años	<b>06-oct-2020</b>

**Tabla 2.7** Concesiones otorgadas después de la LFT

En total se otorgaron 94 títulos de concesión al amparo de los ordenamientos legales antes mencionados según los periodos correspondientes, algunos de los cuales fueron prorrogados mediante autorizaciones emitidas hasta 2004.



# CAPITULO 3

## ANÁLISIS DE NUEVAS APLICACIONES EN LA BANDA DE 2500-2690 MHz

---

### 3.1 Sistemas Wi-Max.

Una de las alternativas de las comunicaciones para disminuir costos de instalación en zonas rurales o geográficamente inaccesibles son las redes inalámbricas. Al paso del tiempo, la tecnología inalámbrica ha avanzado cada vez más, dando paso a nuevas opciones, tal es el caso del sistema denominado interoperabilidad mundial para el acceso por microondas (Wi-Max, Worldwide Interoperability for Microwave Access).

El desarrollo de Wi-Max está basado en los estándares de IEEE 802.16 y permite al acceso de banda ancha sin cables en la última milla<sup>13</sup>, como alternativa a los cables, ADSL y a otras redes inalámbricas como el Wi-Fi, ofreciendo movilidad al usuario [9]. Esta tecnología ofrece conectividad sin hilos de hasta 30 millas, equivalente a poco más de 48 Km con una velocidad de 75 Mbps con línea de vista directa (LOS) para conexión punto a punto. En conexiones punto a multipunto su alcance es de hasta 7 Km sin línea de vista (NLOS) [7]. Al mismo tiempo promete abrir nuevas oportunidades de mercado viable para los operadores, los proveedores de servicio a Internet y los fabricantes de equipos. La flexibilidad de la tecnología inalámbrica combinada con la escalabilidad y su largo alcance hacen posible la integración de nuevos usuarios a las redes inalámbricas.

La arquitectura de los sistemas Wi-Max es muy parecida a una red celular, está integrada básicamente por los siguientes elementos:

- Estación base: consiste en una torre similar a las de telefonía, aunque una estación base también puede residir en estructuras elevadas como los edificios. Posee un radio de cobertura de hasta 50 Km denominada, permitiendo el acceso a Internet a cualquier nodo que éste dentro de dicha cobertura. Su conexión está dada por fibra óptica, cable, microondas o

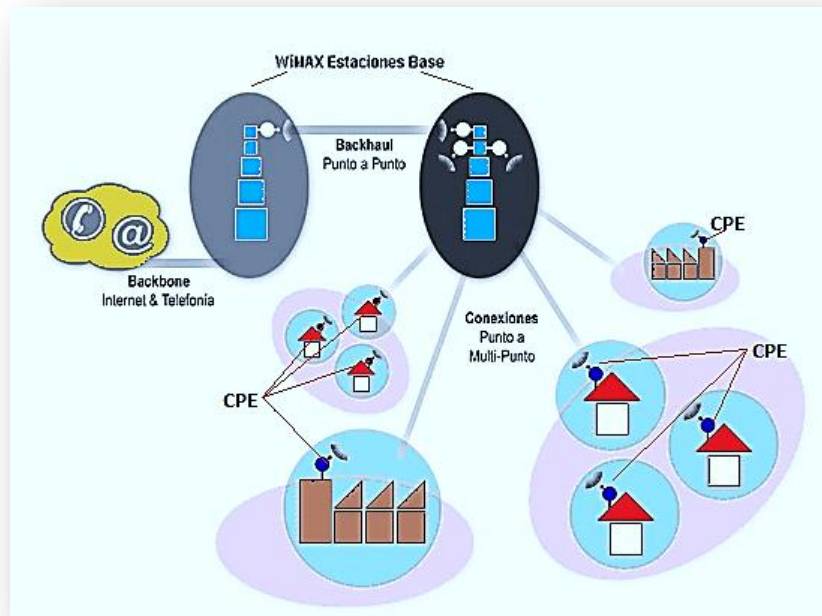
---

<sup>13</sup> El enlace de última milla se refiere al tramo final de una línea de comunicación que llega al usuario.

cualquier otro medio de alta velocidad, utilizando una conexión punto a punto, para acceder a la red pública.

La antena de la estación base depende de la forma de la célula que se quiera implementar; para una célula circular se debe tener una antena omnidireccional, antenas direccionales para coberturas lineales o antenas sectoriales para dividir células en áreas sectoriales más pequeñas.

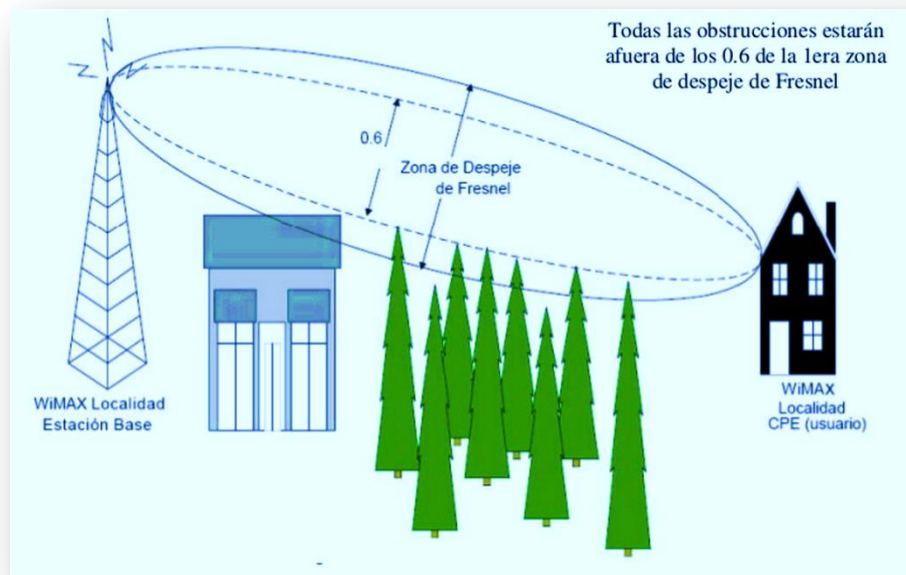
- Receptor: el receptor puede ser una tarjeta inalámbrica integrada a una computadora portátil o de escritorio o una antena por separado. Los receptores Wi-Max también se denominan equipo local del cliente (CPE-Customer Premises Equipment).
- Backhaul: este elemento conecta al punto de acceso con el proveedor de servicios de internet y a éste último con la red.



**Figura 3.1** Red Wi-Max

Existen dos diferentes enlaces en un sistema inalámbrico de comunicaciones, definidos por el canal de radio según su descripción. Ésta puede ser con línea de vista directa (LOS) o sin línea de vista directa (NLOS).

En un enlace LOS, la señal viaja a través de un camino directo sin obstrucciones desde el transmisor hasta el receptor. Un enlace LOS requiere que la mayor parte de la primera zona de Fresnel<sup>14</sup> esté libre de obstrucciones. Si esto no se cumple, la intensidad de la señal se puede ver afectada de manera significativa. La zona de despeje de Fresnel requerida depende de la frecuencia de operación y de la distancia entre el transmisor y el receptor [4].

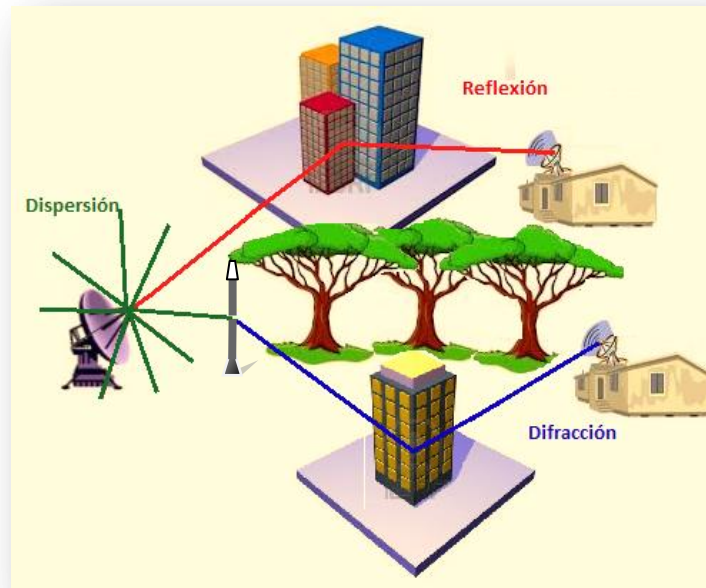


**Figura 3.2** Enlace LOS

En un enlace NLOS, la señal llega al receptor por medio de reflexiones, difracciones y dispersiones. Estas señales tienen retardos, atenuaciones, polarizaciones y estabilidad relativa al camino directo. El cambio de polarización dificulta el re-uso de frecuencias.

Aun así, el enlace NLOS tiene varias ventajas, la tecnología que utiliza reduce costos de instalación del CPE y facilita la ubicación del mismo. Combinada con los sistemas Wi-Max, es posible la instalación de CPE en interiores, superando las pérdidas de penetración por edificios y cubriendo distancias razonables con la mínima potencia de transmisión y ganancia de antena.

<sup>14</sup> Considerando el valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180°, adoptando la forma de un elipsoide de revolución.



**Figura 3.3** Enlace NLOS

Desde sus inicios, la tecnología Wi-Max estaba diseñada para ser una red inalámbrica de acceso fijo, utilizando antenas colocadas en lugares estratégicos como el techo de una casa o en interiores, según convenga al suscriptor, siendo está una solución inalámbrica para el acceso a Internet de banda ancha. Posteriormente se enfocó hacia el mercado móvil, añadiendo portabilidad y capacidad para clientes móviles. Ambos diseños están basados en el estándar IEEE 802.16. En el caso del sistema inalámbrico fijo está definido por el estándar IEEE 802.16-2004 y el estándar IEEE 802.16e define al sistema inalámbrico móvil. A continuación se muestran algunas características de los estándares 802.16:

Estándar	Espectro	Velocidad de transmisión/Alcance	Características
<b>802.16a</b>	Enlaces NLOS en frecuencia de 2-11 Ghz	Soporta velocidades de 75 Mbps, cubriendo distancias de 5 a 8 km	Fue diseñado para soportar multimedia (voz, video, datos). Incorpora las características de sin línea de vista (NLOS) y calidad de servicio (QoS), Fue sustituido por la versión 802.16d.
<b>802.16b</b>	Incrementó el espectro de 5 a 6 Ghz		Incluyó una mejora al aportar una fuerte calidad de servicio, para la transmisión en tiempo real de voz y video con lo que permitía transmitir con baja distorsión en la señal. Actualmente es obsoleto.

802.16c	Opera en el rango de frecuencias de 66 Ghz		Dentro de sus mejoras destacan una mejor interoperabilidad entre los equipos de diferentes fabricantes.
802.16d (IEEE 802.16-2004)	Opera en frecuencias de 2 a 11 Ghz	Su velocidad de transferencia es de 70 Mbps, siendo su rendimiento real de 40 Mbps. La cobertura de radio es de aproximadamente 4 a 7 millas.	Tecnología exclusiva para acceso inalámbrico fijo. Soporta voz sobre IP. Se carece de mucha flexibilidad al momento de controlar el ancho de banda. Soporta las técnicas de acceso al medio: TDD y FDD. Además este estándar está diseñado para soportar las denominadas smart antenas (antenas inteligentes). Este estándar es una solución viable para el backhaul inalámbrico y para las redes celulares, en particular si se emplea el espectro con licencia. Posee modulación OFDM que es menos compleja que la modulación OFDMA con lo que el despliegue es más rápido y es menos costoso.
802.16e	2GHz–11GHz para fijos; 2GHz–6GHz para aplicaciones móviles	1Mbps–75Mbps	El estándar IEEE 802.16e ofrece mejoras a la tecnología respecto al estándar original WiMax. Entre ellas están la movilidad, introduce una nueva capa MAC que permite que una estación suscriptora mantenga su conexión activa mientras se mueve de una extensión base a otra. Y está diseñado para soportar aplicaciones móviles con velocidades arriba de 160 kph; alta disponibilidad sin línea de vista directa, utilizando una antena avanzada así como canales de codificación y técnica de modulación dinámica; NLOS, y seguridad, basándose en las características del estándar original Wi-Max.
802.16m		Se podrán alcanzar velocidades de hasta 360 Mbps, aunque éste está diseñado para velocidades de bajada de alrededor de los 100 Mbps.	También conocido como Wi-Max 2, tiene como duro rival a LTE. <b>Emplea la tecnología OFDM y será compatible con el estándar 802.16e.</b>

**Tabla 3.1** Características de los Estándares 802.16.

Los sistemas Wi-Max poseen una seguridad bastante robusta. La autenticación es uno de los rubros que ha recibido mayor atención dentro de ésta tecnología. En la autenticación se utilizan claves de intercambio de cifrado para hacer válidas y seguras las sesiones en la red, con ello se asegura que los usuarios finales y los suscriptores son clientes legítimos de los servicios de red.

Además de la autenticación, los sistemas Wi-Max utilizan la encriptación como medio de seguridad. Los mensajes son cifrados a través de algoritmos que son incluidos en la subcapa de seguridad del estándar 802.16 los algoritmos empleados son: RSA (Rivest Shamir Adleman), DES (Data Encryption Standard), AES (Advanced Encryption Standard), entre otros.

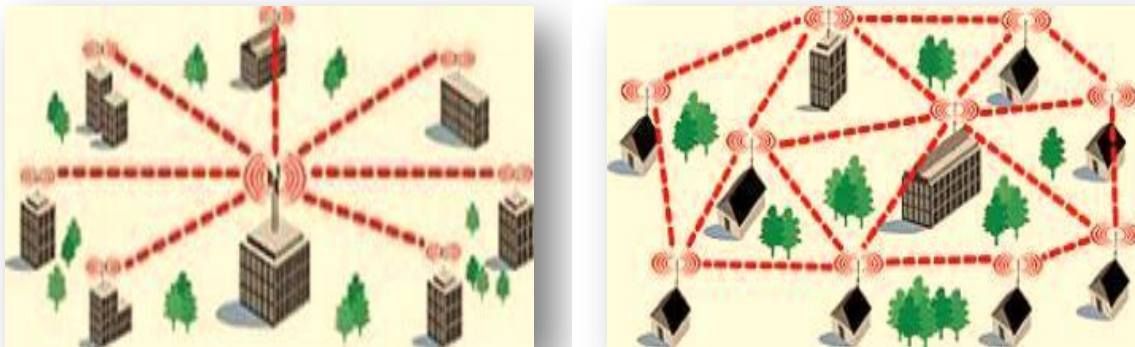
En Wi-Max existen dos modos de operación, punto-multipunto y malla. El primero se caracteriza por tener una estación base encargada de controlar la red y mantener una conexión con cada usuario perteneciente a dicha red. La transmisión de los datos se divide en tramas downlink y uplink usando las técnicas TDD (Time Division Duplexing) y FDD (Frequency Division Duplexing)<sup>15</sup>. El estándar soporta este modo de operación en el rango de frecuencias de 10 a 66 GHz, con lo cual la transmisión de datos se debe realizar utilizando líneas de vista directa (LOS).

En el caso de la malla existe una conexión directa entre los usuarios de la red y al mismo tiempo se pueden conectar con la estación base. La conexión puede ser distribuida, es decir, coordinando todos los nodos entre sí al momento de transmitir, de esta forma se evitan colisiones; o bien, de forma centralizada en la cual debe existir una estación base Mesh que recopila toda las peticiones de envío de datos de todas las estaciones base de un determinado sector y otorgar los respectivos recursos para cada enlace y así iniciar la transmisión.

Las bandas de frecuencias utilizadas para la implementación de esta tecnología varían de acuerdo a las regiones establecidas por la UIT y el espectro asignado por el gobierno para dicho uso que puede ser con licencia o sin licencia.

---

<sup>15</sup> Las técnicas FDD y TDD tienen la capacidad de mantener una comunicación bidireccional, también conocida como dúplex, en la que es posible enviar y recibir mensajes de manera simultánea. Para ello, en FDD se emplean diferentes frecuencias portadoras en el transmisor y el receptor. En el caso de TDD, las señales se envían y reciben en intervalos de tiempos diferentes sobre el mismo canal.



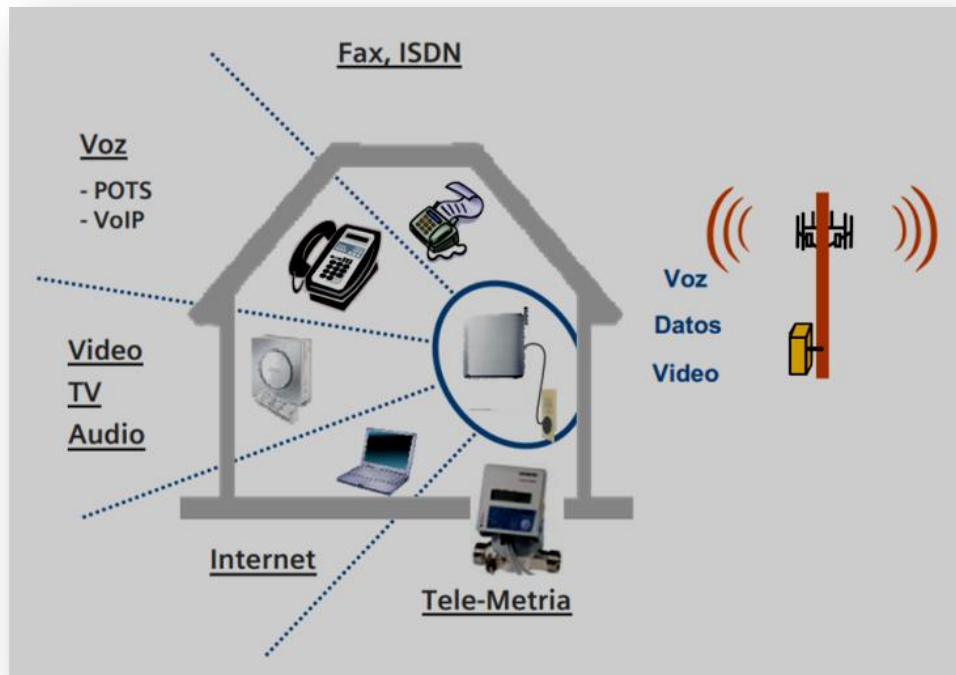
**Figura 3.4** Enlace punto-multipunto (izquierda), Enlace en Malla (derecha)

El espectro que es utilizado sin concesión corresponde a las bandas 2.4 GHz y 5.8 GHz, se puede ingresar fácilmente a dichas bandas con lo cual es más sencillo para un operador ofrecer sus servicios. Por lo anterior tiene poca disponibilidad y mayor competencia, además de que existen altas probabilidades de interferencias y la potencia debe ser limitada.

Estas desventajas son contrarrestadas en el caso del espectro con concesión, aunque tiene un alto costo, el operador tiene uso exclusivo del espectro y protección de las interferencias externas. Las bandas de frecuencias que corresponden a este tipo de espectro son: 700 MHz, 2.3 GHz, 2.5 GHz y 3.5 GHz.

Los sistemas Wi-Max tienen diversas aplicaciones en la actualidad y han proporcionado múltiples soluciones de acceso de banda ancha. Permiten el acceso a sistemas de VoIP (Voice over Internet Protocol) y de servicios IPTV (Internet Protocol Television)<sup>16</sup> pero además, ofrecen una eficaz fuente de conexión a Internet en todo momento y lugar, lo que puede llegar beneficiarnos comercialmente.

<sup>16</sup> Los sistemas de IPTV y VoIP utilizan conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP para distribución por suscripción de señales de televisión o vídeo y el servicio de telefonía, respectivamente.



**Figura 3.5** Aplicaciones de los sistemas Wi-Max

El costo que se requiere para desplegar una red Wi-Max es realmente menor, comparado con otros estándares actuales, como GSM (Global Systems For Mobile Communications), ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) o fibra óptica. Esto hace posible que a través de Wi-max, se pueda proporcionar conectividad inalámbrica a Internet de banda ancha en aquellos lugares donde hasta el momento era algo económicamente inviable.

Dentro del mercado existen una gran variedad de dispositivos que ofrecen conectividad a través de una red Wi-Max, los cuales suelen ser identificados con las siglas SU (Subscriber Unit). Esta tecnología ha comenzado a estar presente cada vez en mayor medida en las distintas unidades portátiles, entre las que se incluyen teléfonos del tipo handsets, similares a los smartphones, diversos periféricos para computadoras, como PC Cards o dongles USB (Universal Serial Bus), y otros dispositivos integrados en las computadoras portátiles.



### 3.2 Sistemas IMT

Desde 1985, la UIT estableció grupos de trabajo para buscar una solución al problema de los múltiples estándares para el servicio de telefonía móvil celular. La UIT impulsó un proyecto de amplia cooperación internacional conocido como IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000) para desarrollar una serie de Recomendaciones que estarían listas para el año 2000, a cerca del despliegue de redes móviles, para las cuales, en un principio, sólo estaba considerada la banda de 2000 MHz [14].

De forma general, en esa época los sistemas IMT-2000 fueron considerados como los sistemas de tercera generación (3G) cuyo objetivo es formar el estándar para los sistemas de comunicaciones inalámbricas y su evolución a futuro, uniendo las tecnologías que existen actualmente en una infraestructura de red capaz de ofrecer servicios a escala global en entornos operativos muy diversos.

Los muchos años de cooperación entre los Miembros de la UIT, entre los que se encuentran fabricantes de equipo, operadores de redes y proveedores de servicios, culminaron en una reunión celebrada en Fortaleza (Brasil) en marzo de 1999, con la selección de las principales características de la imprescindible interfaz radioeléctrica IMT-2000. Se recibieron varias propuestas respecto de diferentes tecnologías de acceso entre las que destacaban TDMA, acceso múltiple por división de tiempo, y CDMA, acceso múltiple por división de código. Finalmente, la UIT propuso que las IMT-2000 fueran un estándar basado en CDMA, apoyando los diversos intereses de los Estados Miembros y por la necesidad de conseguir el mayor número posible de características comunes en los nuevos sistemas 3G.

Las características fundamentales de las IMT-2000 son las siguientes:

- Alto grado de uniformidad de diseño a escala mundial;
- Compatibilidad de los servicios de las IMT-2000 entre sí y con las redes fijas;
- Elevado nivel de calidad de servicio (QoS);
- Terminales pequeños adaptados a su utilización en todo el mundo;
- Capacidad de itinerancia<sup>17</sup> a escala mundial;

---

<sup>17</sup> Este concepto se utiliza en las comunicaciones inalámbricas que está relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra. (Wikipedia, Enero 2013)

- Capacidad para aplicaciones multimedios en una amplia gama de servicios y terminales.

Considerando el avance en los trabajos del sector del UIT-R en esta materia, la aparición de nuevas tecnologías y nuevas necesidades de los usuarios, así como el 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 IMT-Avanzadas (IMT-ADVANCED), que superan los requerimientos establecidos por la definición de las IMT-2000 y hacen referencia a los sistemas 4G.

Los sistemas de IMT-Avanzadas son sistemas móviles que proporcionan acceso a un gran número de servicios de telecomunicaciones; en especial, los servicios móviles avanzados admitidos por redes móviles y fijas, los cuales se basan cada vez más en paquetes. Soportan aplicaciones de baja a elevada movilidad y una amplia gama de velocidades de datos, en múltiples entornos de usuario. Las IMT-Avanzadas cuentan también con capacidades para ofrecer aplicaciones multimedios de elevada calidad en el marco de un gran número de servicios y plataformas, lo que proporciona una mejora significativa de las prestaciones ofrecidas y la calidad de servicio.

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

- Alto grado de uniformidad de funciones a nivel mundial, conservando la flexibilidad necesaria para soportar un gran número de servicios y aplicaciones de manera costo-eficiente;
- Compatibilidad de servicios con las IMT y redes fijas;
- Capacidad de interoperabilidad con otros sistemas de acceso radioeléctrico;
- Servicios móviles de alta calidad;
- Equipo de usuario con capacidad de su uso en todo el mundo;
- Aplicaciones, servicios y equipos fáciles de utilizar por el usuario;
- Capacidad de itinerancia mundial;
- Velocidades máximas mejoradas para soportar servicios y aplicaciones avanzados ( considerándose 100 Mbit/s para una movilidad alta y 1 Gbit/s para una movilidad baja)<sup>18</sup>

Las capacidades de los sistemas de IMT-Avanzadas se están mejorando continuamente con arreglo a las tendencias de utilización y a la evolución tecnológica.

---

<sup>18</sup> Las velocidades de datos se basan en las señaladas en la Recomendación UIT-R M.1645.

Para la selección de las tecnologías IMT-2000 diversos promotores, en su mayoría organismos de estandarización, solicitaron incluir determinadas soluciones técnicas, comenzando por las interfaces de radio porque se entiende que alrededor de ellas se construyen luego los sistemas completos. Una vez que la UIT elaboró los documentos necesarios para definir y evaluar las propuestas, la UIT convocó la presentación de tecnologías candidatas y éstas a su vez fueron evaluadas por miembros individuales de la UIT. Posteriormente, los resultados de estas evaluaciones fueron presentados ante la UIT y, mediante un proceso de consenso, se concluyó con la proclamación de las tecnologías que llevan el “sello” IMT-2000. Este proceso funcionó con relativa suavidad en su momento, y culminó con un conjunto de 5 tecnologías.

Para seleccionar las tecnologías de IMT-Avanzadas se desarrolló un proceso similar pero con ciertas mejoras, tendentes a hacer el procedimiento más flexible y abierto a la incorporación posterior de nuevas tecnologías.

Las tecnologías finalmente seleccionadas se presentan a continuación:

Estándar definido por la UIT	Nombre comercial		Estándar de transmisión de datos	Evolución	Esquema de Duplexaje	Tipo de modulación	Descripción	Utilización Regional
TDMA Single Carrier (IMT-SC)	GSM/EDGE		EDGE Evolution	<i>Obsoleto</i>	FDD	TDMA	Evolución a GSM/GPRS	Mundial, excepto Japón y Corea del Sur
CDMA Multi Carrier (IMT-MC)	CDMA2000		EV-DO	UMB		CDMA	Evolución a CDMAOne (IS-95)	Américas, Asia, algunos otros
CDMA Direct Spread (IMT-DS)	UMTS	W-CDMA	HSPA	LTE	TDD	Actualizaciones provenientes de la generación GSM anterior	Mundial	
CDMA TDD (IMT-TC)		TD-CDMA					Europa	
	TD-SCDMA	China						
FDMA/TDMA (IMT-FT)	DECT		<i>ninguna</i>	<i>CAT-iq</i>	FDMA/TDMA	Corto alcance; estándar para teléfonos inalámbricos	Europa, Estados Unidos	

IP-OFDMA	WiMAX	WiMAX (IEEE 802.16)	WiMAX 2 (IEEE 802.16m)	TDD	OFDMA	Redes IP de banda ancha, de acceso fijo o móvil	Mundial
	LTE (3GPP Rel. 8)	LTE	LTE Advanced (3GPP Rel. 10)	FDD/TDD			

**Tabla 3.2** Tecnologías de IMT-2000 e IMT-Avanzadas

El proceso de definición de requerimientos de las IMT-2000 e IMT-Avanzadas ha contado con la participación continua de los desarrolladores de tecnología, quienes han sometido a la consideración de la UIT sus respectivos estándares tecnológicos a fin de evaluar el grado de cumplimiento con los requerimientos y definiciones de las IMT, lo cual asegura que las tecnologías y estándares desarrollados son adecuados para la introducción de las IMT en todo el mundo [19].

### 3.3 Atribución de la banda para servicios móviles de banda ancha.

Desde el año 2000, se ha observado en todo el mundo la incorporación de la primera familia de normas derivadas del concepto IMT. La cuales se han ido extendiendo y mejorando con mayor rapidez. Las IMT-2000 constituyen la base de la industria de las comunicaciones móviles personales.

En su empeño por dirigir las actividades internacionales hacia la elaboración de normas mundiales para las comunicaciones móviles, el UIT-R llevó a cabo en 2011 la evaluación de las propuestas presentadas para determinar la tecnología mundial de banda ancha móvil de próxima generación, también conocida como IMT-Avanzadas. La armonización de estas propuestas permitió seleccionar dos tipos de tecnologías, las LTE-Avanzadas y las MAN Inalámbricas-Avanzadas.

A la par los avances que se lograron con los estudios llevaron a cabo los grupos de trabajo, encargados, revisados, y en su caso aprobados por las Comisiones de Estudio y Asambleas Mundiales de Radiocomunicaciones y/o durante las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones, se han identificado diversas gamas de frecuencias que son consideradas aptas para el funcionamiento de los sistemas IMT.

La identificación de las bandas de frecuencias propicias para la implantación de servicios de telecomunicaciones móviles, se lleva a cabo considerando las condiciones

que presentan para la propagación de señales, las cuales deben ser las adecuadas para poder ofrecer una cobertura y calidad de señal que posibilite el uso de dispositivos móviles en diferentes entornos y en distintas condiciones.

En las características de propagación se consideran aspectos como:

- Facilidad de penetración de las señales en muros y otros materiales.
- Minimización de pérdidas de propagación en el medio de transmisión.
- Resistencia a interferencias.
- Construcción de equipos técnica y económicamente factibles.

Derivado de lo anterior, la gama de frecuencias aptas para el funcionamiento de los sistemas IMT, son aquellas que se encuentran por debajo de 3 GHz, aunque existen provisiones en el RR-UIT para considerar el uso de las IMT hasta los 3600 MHz por algunos países.

No obstante, las características de propagación no son el único elemento que se toma en cuenta para determinar los servicios que pueden prestarse en un segmento de frecuencias. Con el fin de tomar en cuenta la más amplia gama de opiniones, intereses y posiciones de los participantes en el proceso de identificación de bandas, se hace un estudio más complejo que incluye aspectos técnicos y económicos.

En la identificación de espectro para las IMT, algunos puntos que se tomaron en cuenta fueron:

- Estudios de compatibilidad con otros servicios en la misma banda o en bandas adyacentes con las IMT;
- Armonización mundial o regional de bandas del espectro;
- Disponibilidad de bloques amplios de bandas para las IMT;
- Desarrollos tecnológicos de la industria de las telecomunicaciones;
- Estado de desarrollo de los servicios actuales y previsiones para futuras necesidades de servicios, incluyendo aquellas relativas al espectro;
- Evaluación de la posible interferencia entre sistemas IMT-2000 o posteriores a IMT-2000 y otros servicios.

En marzo de 1994, el UIT-R publicó la recomendación M.1036, perteneciente a la serie M que se refiere a los servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos, acerca de las consideraciones sobre el espectro

para la implementación de las IMT-2000 que consideraba únicamente las bandas de 1885-2025 MHz y de 2110-2200 MHz [23].

Actualmente la recomendación vigente es la M.1036-4 (03/12) que habla de las disposiciones de frecuencias para la implementación de telecomunicaciones móviles internacionales en las bandas 806-960 MHz, 1710-2025 MHz, 2110-2200 MHz y 2500-2690 MHz.

<b>Banda en MHz</b>	<b>Notas del RR-UIT que identifican la banda para las IMT</b>
<b>450-470</b>	5.282AA
<b>698-960</b>	5.313A, 5.317A
<b>1 710-2 025</b>	5.384A, 5.388
<b>2 110-2 200</b>	5.388
<b>2 300-2 400</b>	5.384A
<b>2 500-2 690</b>	5.384A
<b>3 400-3 600</b>	5.430A, 5.432A, 5.432B, 5.433A

Fuente: UIT, 2012

**Tabla 3.3** Bandas de Frecuencias identificadas para las IMT

A partir de dichas recomendaciones la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) ahora Instituto Federal de Telecomunicaciones, realizó diversos estudios que forman parte de las acciones para impulsar la penetración del internet móvil de banda ancha y los servicios de telefonía móvil de última generación, y así disminuir la brecha digital en el país [20]. Entre los trabajos más importantes están:

- Estudio sobre la aplicación de la bandas IMT en México.
- Análisis y valoración del manejo ineficiente en diversas bandas de frecuencias concesionadas en México
- Evaluación de opciones para la utilización de la banda de frecuencia de 2.5 GHz. (2500-2690 MHz)
- Comparativos de los resultados de las licitaciones realizadas en diversos países de las bandas de frecuencias de 800 MHz, 1.7/2.1. GHz, 2.3 GHz, 2.5 GHz y 3.5 GHz

La demanda de datos móviles incrementa rápidamente año con año, por lo que el crecimiento es uno de los factores a considerar en la introducción de nuevas tecnologías, su desarrollo y su aplicación. Es por ello que se realizan diversos estudios

enfocados a la proyección del tráfico global de datos móviles y en base en ellos se determinan algunos valores como lo es la cantidad de espectro necesario para la implementación de dichas tecnologías.

Derivado de lo anterior la UIT ha considerado en su análisis de asignación de frecuencias el ancho de banda que se necesitará en años posteriores para la IMT. En el 2006 presentó la Recomendación M.2078 donde se hace una estimación de la cantidad de espectro que sería necesario tener disponible para el uso de las IMT en los años 2010, 2015 y 2020. Las cifras finales se presentan a continuación:

	Cantidad de Espectro (MHz)	
	Demanda Alta	Demanda Baja
<b>2010</b>	760	840
<b>2015</b>	1300	1300
<b>2020</b>	1280	1720

Fuente: COFETEL

**Tabla 1.4** Cantidad de Espectro necesario

La cantidad de espectro mínima (1280 MHz), y máxima (1720 MHz), puede variar según el crecimiento de la demanda de servicios móviles en los próximos años, por lo que debe considerarse para el despliegue de las redes móviles y el ajuste de las mismas.

El total de espectro de las bandas de frecuencias que han sido consideradas adecuadas para las IMT está por debajo del mínimo considerado para el año 2020, llegando apenas a los 1177 MHz, como se presenta a continuación:

Banda IMT	Ancho de Banda (MHz)
<b>450-470 MHz</b>	20
<b>698-960 MHz</b>	262
<b>1 710-2 025 MHz</b>	315
<b>2 110-2 200 MHz</b>	90
<b>2 300-2 400 MHz</b>	100
<b>2 500-2 690 MHz</b>	190
<b>3 400-3 600 MHz</b>	200
<b>Total de Ancho de Banda</b>	<b>1177</b>

Fuente: COFETEL

**Tabla 1.5** Total de Espectro considerado para las IMT

Si bien la banda de 2.5 GHz no es la única óptima para el despliegue de banda ancha móvil, sí aporta una cantidad importante de espectro necesaria para proporcionar servicios de calidad y sobre todo, optimizar el uso del espectro de una manera eficiente.

La banda de 2.5 GHz es única dado que podría convertirse en la banda común a nivel mundial para los servicios comerciales de banda ancha móvil. También ofrece una gran cantidad de espectro (190 MHz) para satisfacer la creciente demanda de ancho de banda agregado y altas velocidades de transferencia de datos.

### **3.4 Planes de canalización.**

La cantidad de espectro asignada a los operadores móviles determinará si cuentan o no con el ancho de banda necesario para procesar el mayor volumen de tráfico generado por la creciente demanda de banda ancha móvil, sin dejar de prestar servicios de alta calidad a sus clientes.

La identificación de una banda IMT es común en las tres regiones de la UIT, lo cual plantea la posibilidad de que los fabricantes de equipos produzcan infraestructura de red y dispositivos que puedan utilizarse en todo el mundo. Al contar con la capacidad para generar economías de escala mundiales, los proveedores de equipos podrán maximizar la relación costo-beneficio y en última instancia lograr que la banda ancha móvil sea accesible para todos, en cualquier lugar.

La UIT, en la Recomendación UTI-R M.1036-4 “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)”, ha definido tres disposiciones alternativas de canales para el plan de banda de 2.5 GHz [23]:

- Opción UIT 1: Asignaciones pre-configuradas de FDD y TDD; 2x70 MHz para FDD y 50 MHz para TDD.
- Opción UIT 2: Únicamente FDD, con la porción de enlace ascendente del bloque de 50 MHz central en otra banda no determinada.



- Opción UIT 3: Asignación flexible donde los oferentes pueden determinar la forma en que desean asignar el espectro que adquieren para sus operaciones con espectro para FDD o TDD.

MHz	2 500	2 550	2 600	2 650	2 690
<b>C1</b>		↓			
		MS Tx	TDD	BS Tx	
	2 500	2 570	2 620		2 690
<b>C2</b>		↓			
		MS Tx	BS Tx (external)	BS Tx	
	2 500	2 570	2 620		2 690
<b>C3</b>		Flexible FDD/TDD			
	2 500				2 690

M.1036-06

**Tabla 1.6** Alternativas de canalización

La opción 1 es la única que asegura compatibilidad de los esquemas TDD y FDD con las tecnologías móviles avanzadas LTE y Wi-Max. Asimismo, no se produce interferencia entre ambos esquemas. La Opción 2 ha recibido amplio rechazo ya que no permite dicha compatibilidad y no se adapta a la demanda de TDD. La Opción 3 introduce incertidumbre con respecto a la interferencia y los modelos de negocios de tecnologías que operan FDD y que requieren una separación dúplex de 120 MHz.

La GSMA<sup>19</sup> considera que la Opción UIT 1 es muy superior a la Opción UIT 3 ya que ofrece ventajas significativas en términos de:

1. Gestión de interferencias (sin conflictos de roaming);
2. Costos y disponibilidad de equipamiento (mayores economías de escala);
3. Cobertura y duración de la batería de dispositivos convencionales;
4. Certeza del modelo de negocios y atractivo para los inversores;

<sup>19</sup> GSM Association (GSMA) es una asociación, con sede en Londres, que se dedica a apoyar la estandarización, despliegue y promoción del sistema telefónico móvil de GSM. Comprende 219 países y una a cerca de 800 operadores móviles de todo el mundo, como también a más de 200 empresas pertenecientes al ecosistema móvil, incluyendo fabricantes de teléfonos celulares, compañías de software, proveedores de equipo, compañías de internet, organizaciones mediáticas y de entretenimiento.

5. Uso más eficiente de un recurso nacional escaso (no hay necesidad de bandas de guarda adicionales).

La Opción UIT 3 presenta algunas desventajas como son:

- Interferencia entre dispositivos
- Reducción del uso del espectro por bandas de guarda.
- Carencia de armonización entre banda nacionales
- Uso de equipos específicos, elevando el costo de la implementación y uso.
- La implementación de servicios de roaming internacional resultaría más difícil con diferentes planes de banda en distintos países.

Las ventajas indican que la Opción UIT 1 es la que se encuentra mejor posicionada para convertirse en la opción principal ya que promoverá el crecimiento del mercado al permitir la unión de las tecnologías móviles con los esquemas FDD y TDD, y generar un entorno favorable a la competencia. Todo esto fomenta un mayor acceso de los usuarios [11].

El plan de banda de la Opción 1 de la UIT ha sido ampliamente adoptado en Europa a raíz de una recomendación de la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT).

Noruega fue el primer país en otorgar licencias en la banda de 2.5 GHz en el año 2007, seguido por Suecia en 2008. En diciembre de 2009, TeliaSonera se convirtió en el primer operador móvil en el mundo en prestar servicios LTE, desplegando redes LTE que utilizan la banda de 2.5 GHz en Suecia y Noruega. Algunos países definieron la subasta mediante la canalización previa del plan de banda propuesto por la CEPT y otros permitieron que el mercado decidiera como esta se segmentaría entre modos de transmisión FDD y TDD. No obstante, los resultados de la subasta han demostrado que el mercado se inclina 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 observa una convergencia hacia la Opción UIT 1 (por ejemplo, Noruega y los Países Bajos).

También fuera de Europa, países como Singapur (que licitó la banda en mayo de 2005) y Hong Kong (en octubre de 2008) han adoptado un enfoque en consonancia con el plan de banda de la Opción 1 de la UIT. Otros países, como Chile, Brasil y Australia, han definido esta estructura con antelación a concursar el espectro para ofrecer a los potenciales inversores y proveedores mayor certidumbre sobre la forma en que puede ser explotado [11].

Los estudios realizados y discutidos en foros técnicos internacionales demuestran que se requiere una banda de guarda mínima de 5 MHz para hacer frente a los problemas de interferencia entre sistemas TDD y FDD que operen en bandas adyacentes en la misma zona geográfica.

La Opción 1 de la UIT requiere sólo dos interfaces entre el espectro FDD y TDD, con claras normas para coordinación y gestión de frecuencias. En consecuencia, en este modelo deberían considerarse dos bandas de guarda de 5 MHz en 2570-2575 MHz y 2615-2620 MHz. En tanto la Opción 1 de la UIT sea adoptada por todos los países vecinos, las mismas normas se aplican en forma transfronteriza y entre las distintas regiones de cada país.

En cambio, la Opción 3 de la UIT podría incorporar complicaciones significativas a la gestión de interferencias ya que la misma podría ser distinta para cada país. La forma de reducir la interferencia entre las estaciones de banda ancha móvil que utilizan FDD y TDD respectivamente, pero que brindan servicios para el mercado masivo en la misma zona, sería mediante la incorporación de:

- Filtros adicionales tanto en receptores como en transmisores.
- Bandas de guarda adicionales o canales restringidos.
- Reducción en la potencia de RF, algo que verdaderamente no resulta una opción viable ya que requeriría estaciones de base adicionales.

La interferencia puede ser controlada si se armoniza la disposición de frecuencias entre los distintos países. En los casos de disposición de espectro en forma no armonizada hará más compleja la coordinación transfronteriza y, en última instancia, se generará un efecto adverso sobre la eficiencia del espectro, los costos de equipo y la disponibilidad de dispositivos para los usuarios finales.

## **CAPITULO 4**

# **PROPUESTA DE ASIGNACIÓN EN MÉXICO DE LA BANDA DE 2500-2690 MHz PARA SERVICIOS MÓVILES DE BANDA ANCHA.**

---

### **4.1 Rescate de la banda de 2500-2690 MHz**

Dado que existen nuevos servicios de telecomunicaciones que se pueden prestar en la banda de 2500-2690 MHz de mayor valor económico y social, como son los servicios móviles avanzados, y siendo el espectro radioeléctrico un bien de dominio público escaso y único, corresponde al Estado su rectoría, con el propósito de fomentar su uso eficiente y una sana competencia en la prestación de diversos servicios de telecomunicaciones en beneficio de los usuarios.

En un principio, la SCT, anteriormente encargada de la administración de las telecomunicaciones, definió como política publica el reordenamiento de la banda de 2500-2690 MHz, tomando como base las nuevas atribuciones y recomendaciones que a nivel internacional los organismos técnicos especializados han emitido, así como las tendencias y experiencias internacionales.

Una de las primeras acciones que realizó la SCT fue incluir la atribución del “servicio móvil” en el CNAF como servicio de uso primario de dicha banda. Esta modificación obedeció a la dinámica propia del sector de las tecnologías empleadas en la prestación de nuevos servicios de telecomunicaciones, atendiendo a su vez, la necesidad de actualización permanente del marco regulatorio en materia de atribución de frecuencias, que permitiera la prestación de servicios de telecomunicaciones 3G y 4G, que anteriormente no podían ofrecerse en esta banda.

Esta modificación abrió la posibilidad para que en esta banda se puedan prestar servicios de radiotelefonía celular, comunicación personal (“PCS” por sus siglas en inglés), radiocomunicación móvil especializada de flotillas, radiolocalización móvil de personas, transmisión móvil de datos y banda ancha móvil, entre otros, adicionalmente a aquellos que permita ofrecer el avance de la tecnología.

ARTÍCULO 5.- II. ATRIBUCIÓN REGIONAL Y NACIONAL DE BANDAS					
INTERNACIONAL MHz			MÉXICO MHz	Notas MEX	
Región 1	Región 2	Región 3	Servicios		
<b>2 483.5–2 500</b> FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A Radiolocalización     5.150 5.371 5.397 5.398 5.399 5.400 5.402	<b>2 483.5–2 500</b> FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A RADIOLOCALIZACIÓN RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.398	<b>2 483.5–2 500</b> FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A RADIOLOCALIZACIÓN Radiodeterminación por satélite (espacio-Tierra) 5.398	<b>2 483.5–2 500</b> FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A RADIOLOCALIZACIÓN RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.398    5.150 5.371 5.397 5.398 5.399 5.400 5.402	MEX126A	
<b>2 500–2 520</b> FIJO 5.410 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A     5.405 5.412	<b>2 500–2 520</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A	<b>2 500–2 520</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.351A 5.407 5.414 5.414A   5.404 5.415A	<b>2 500–2 690</b> FIJO 5.410 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A		MEX127 MEX127A MEX127B MEX128 MEX129 MEX130 MEX131 MEX132
<b>2 520–2 655</b> FIJO 5.410 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416	<b>2 520–2 655</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416	<b>2 520–2 535</b> FIJO 5.410 FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 5.416  5.403 5.414A 5.415A  <b>2 535–2 655</b>			

Fuente: CNAF 2012

**Figura 4.1** Atribución del servicio móvil en la banda de 2500-2690 MHz

En lo que respecta a las concesiones vigentes, la SCT adoptó dos medidas para recuperar el espectro: (i) la negativa de prórroga de las concesiones vencidas, y (ii) el inicio del procedimiento administrativo para determinar la procedencia del rescate de las concesiones vigentes de la banda de 2500-2690 MHz.

Al presentar la negativa de prórroga de concesiones vencidas, los concesionarios afectados interpusieron diversos medios de impugnación, como juicios de amparo, juicios ordinarios civiles y juicios contenciosos administrativos. Con ello obtuvieron medidas cautelares que les permitieron continuar explotando el espectro radioeléctrico, sin dar lugar al reordenamiento de la banda.

Por otro lado, la SCT presentó propuestas de los montos de contraprestación a pagar por la prórroga y la autorización de los nuevos servicios, así como las estructuras corporativas que podrían adoptar los operadores, considerando las cantidades de MHz a dejar concesionadas. Las propuestas realizadas a los concesionarios atendieron a las mejores prácticas identificadas a nivel internacional para la prestación de servicios de telecomunicaciones móviles avanzadas, así como a las características del mercado mexicano de telecomunicaciones.

Una de las propuestas que generó mayor controversia fue la fijación en el monto de la contraprestación que tendría que pagarse al Estado por la prórroga y autorización para prestar servicios adicionales a los contemplados en sus títulos de concesión<sup>20</sup>, generando diversas discusiones entre los concesionarios y el gobierno. Sin embargo, no se logró un acuerdo entre ambas partes, lo que ha frenado el rescate de la banda de 2500-2690 MHz.

En agosto del 2012, la SCT inició el procedimiento administrativo para determinar la procedencia del rescate de la Banda de 2.5 GHz, conforme a los ordenamientos legales y los principios de política pública aplicables. Al respecto, el rescate de la banda ha sido considerado un acto discrecional, en el que sólo se ven beneficiados los intereses de unos cuantos.

En su libro *El Acto Discrecional: Principio que lo Rigen y su Jerarquía*, Gutiérrez explica que el acto discrecional es aquel que se hace libremente con respecto a funciones que no están regladas. Un acto discrecional tiene lugar cuando la Ley deja a la administración un poder libre de apreciación para decidir si debe obrar o abstenerse o en qué momento debe obrar o cómo debe obrar o qué contenido debe dar a su actuación, es decir, que igual cosa ocurrirá en todos aquellos casos en que la Ley deje a la autoridad libertad de decidir su actuación por consideraciones principalmente de carácter subjetivo, tales como las de conveniencia, necesidad, equidad, suficiencia, exigencia de interés u orden público.

La discrecionalidad, por lo tanto, puede estar asociada a la acción que se deja a criterio de una persona, un organismo o una autoridad que está facultada para regularla.

---

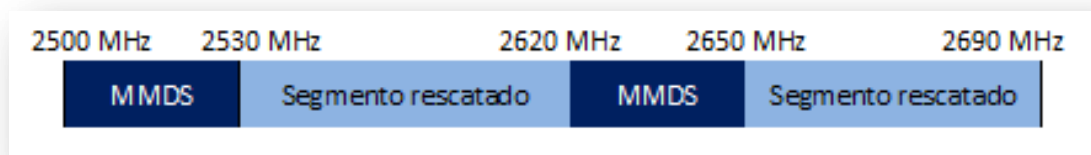
<sup>20</sup> En México no existen referentes para determinar el precio a pagar por la prestación de servicios móviles en la banda de 2500-2690 MHz, ya que no se ha licitado con los nuevos servicios móviles y fijos incluidos, y las licitaciones realizadas para la prestación de servicios móviles son de espectro en bandas inferiores a ésta y con características técnicas distintas.

El acto administrativo es reglado cuando se determina el momento, contenido y forma del mismo. La norma jurídica especifica la conducta administrativa y limita su arbitrio o libertad, no deja margen alguno para la apreciación subjetiva del agente sobre la circunstancia del acto.

Sin embargo, la figura del rescate de bienes sujetos al régimen de dominio público está prevista tanto en la LFT, como en la LGBN, por lo que el gobierno fundamenta las decisiones respecto de la banda de 2500-2690 MHz en ambos ordenamientos, constituyendo una medida adoptada dentro del marco legal aplicable a las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico.

En este mismo contexto, en octubre de este año, la SCT hizo público el acuerdo al que se llegó con nueve de los 11 concesionarios que ocupaban la banda de 2.5 GHz<sup>21</sup>, donde se recupera 130 MHz de los 190 MHz de capacidad que contiene esta frecuencia, a cambio de que las compañías desistan de los amparos interpuestos[1].

Los títulos de concesión fueron adecuados y modificados para asignar las bandas de frecuencias en las sub-bandas de 2500-2530 MHz y 2620-2650 MHz (los 60 MHz que conservarán los operadores) para la provisión exclusivamente de servicios de televisión y audio restringidos vía microondas quedando la banda segmentada de la siguiente forma:



Fuente: elaboración propia con datos de Mediatelecom

**Figura 4.2** Rescate de la banda de 2 500-2 690 MHz

Cabe señalar que la SCT incorporó a los títulos de concesión la condición de transitar a más tardar el 31 de diciembre de 2016 a la “concesión única” referida en la Reforma Constitucional en Materia de Telecomunicaciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de junio de 2013, y/o obtener autorización para prestar servicios adicionales. Esto con la finalidad de prestar a más tardar en esa fecha los servicios de

<sup>21</sup> Desde principios de septiembre del presente, la SCT presentó a los once operadores que cuentan con concesiones en la banda de 2.5 GHz, los nuevos modelos de título de concesión, pero fue hasta principios de octubre que la SCT hizo público el acuerdo mediante un comunicado.

banda ancha móvil, para lo cual los concesionarios habrán de cubrir los requisitos y las contraprestaciones que determine el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFETEL). De lo contrario, los títulos de concesión otorgados quedarán sin efectos, y regresarán al Estado los 60 MHz para ser licitados por el IFETEL.

El procedimiento de rescate, se inició considerando en todo momento el interés nacional, el interés de los usuarios de telecomunicaciones, e incluso el interés de los concesionarios, pues de este modo podrán ofrecer servicios de alta calidad a menores precios, y en una integración más eficiente con los mismos servicios en el resto del mundo. México se pondrá al día en el uso de esta banda, aprovechando toda su capacidad. Tendremos así más y mejores posibilidades para recibir y transmitir datos con la mayor eficacia, aplicando las mejores prácticas internacionales, en beneficio de todos los mexicanos.

#### **4.2. Asignación de la banda.**

Al igual que en el resto del mundo, en México se requiere de una gestión eficiente del radioeléctrico siendo esto fundamental para llevar a la población los beneficios que genera el avance tecnológico.

Aunado a esto, es indispensable considerar que el espectro radioeléctrico es un bien de dominio público sobre el que corresponde al Estado ejercer su rectoría, con el propósito de fomentar una sana competencia en beneficio de los usuarios. El uso eficiente de este recurso implica que cada MHz se utilice con la tecnología más avanzada, de modo que permita a una nación, contar con aquellos servicios que generen un mayor beneficio social y económico. La asignación equivocada de una banda de frecuencia, repercute en gran medida en un atraso tecnológico.

Cabe mencionar que la banda de 2.5 GHz es la única que podría convertirse en la banda común a nivel mundial para los servicios comerciales de banda ancha móvil. Por ello hay que considerar diversos factores, entre los cuales destacan los siguientes:

- **Las recomendaciones internacionales.** Se han emitido diversas recomendaciones a través de organismos internacionales como la comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL), la Unión Europea con sus 27 Estados Miembros y la UIT, respecto del uso que puede darse a la banda de 2.5 GHz en la actualidad.



- **Servicios y aplicaciones.** El desarrollo de los nuevos servicios y aplicaciones que requieren mayores capacidades y anchos de banda.
- **La oferta y demanda.** El crecimiento acelerado de usuarios produce un desequilibrio entre la demanda de frecuencias radioeléctricas y la disponibilidad del espectro.
- **La tendencia mundial.** Diversos países han licitado la banda de 2.5 GHz, e incluso, algunos ya están desplegando redes de LTE y/o Wi-Max.
- **Competencia.** Abrir el mercado a diversos operadores asegura llevar servicios a más usuarios en todo el país, en las mejores condiciones de calidad y precio.
- **Aspectos técnicos.** Uno de los grandes retos a vencer es utilizar las nuevas tecnologías en función de la cantidad de espectro que hay disponible. Las características de propagación de las ondas en el espacio depende en gran medida de la región del espectro radioeléctrico en estudio, esto limita a su vez las características de los sistemas a utilizar.

En base a las opciones descritas en la Recomendación UIT-R M.1036-4 y presentadas en el capítulo 3, la opción de segmentación más aceptada en el contexto internacional ha resultado ser la C1 (70X2 FDD y 50 TDD).

Esto es dos bloques de 70 + 70 MHz. pareados (2 X 70 MHz):

- ✓ FDD: 2500 – 2570 / 2620 – 2690 MHz.

Y un bloque central de 50 MHz. no pareado:

- ✓ TDD: 2570 – 2620 MHz.

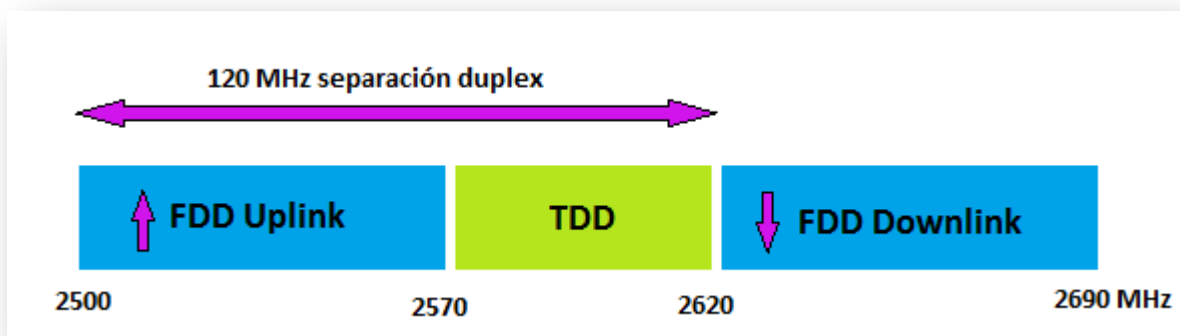


Figura 4.3 Opción C1

Este plan de frecuencias, promueve un enfoque de neutralidad tecnológica, esto quiere decir que las tecnologías móviles avanzadas como LTE y Wi-Max serán compatibles con esquemas de acceso dúplex tanto FDD como TDD. Esta capacidad ha eliminado la vinculación entre tecnologías y bandas y modos de transmisión. La neutralidad tecnológica es cada vez más dependiente del potencial del modelo comercial, en el cual las economías de escala constituyen un elemento clave. Para garantizar plena neutralidad tecnológica es necesario que el espectro de la banda de 2.5 GHz sea estructurado de modo tal que permita la implementación de redes que sean compatibles con equipos de infraestructura y dispositivos de amplia disponibilidad, que optimiza el uso del espectro, reduciendo al mínimo el número de bandas de guarda y otras medidas que aumentan los costos de implementación.

De acuerdo con los principales proveedores de equipos, los dispositivos de banda ancha móvil para la banda de 2.5 GHz han sido definidos con filtros que operan exactamente dentro del plan de bandas de la Opción 1 de la UIT dado que es la opción óptima y de mayor grado de adopción.

En cuanto a la tecnología que puede implementarse en la banda de 2.5 GHz, las empresas productoras de equipos, una vez emitida la recomendación de la UIT, iniciaron los desarrollos tecnológicos correspondientes. Las alternativas para utilizarse en el despliegue de las redes móviles son 802.16m (Wi-Max 2 - Worldwide Interoperability for Microwave Acces) y LTE Advanced (Long Term Evolution Advanced), identificadas por la UIT como IMT-Avanzadas, permitirán un mejor aprovechamiento de la banda, y por ende mayores servicios para la sociedad en general.

Ambas requieren de canales de espectro más anchos que los sistemas inalámbricos anteriores (3G o IMT-2000). Estas tecnologías avanzadas utilizan una interfaz radioeléctrica de OFDMA que requiere bloques de espectro más anchos y contiguos para poder operar con eficiencia.

En particular, LTE (tecnología asociada a FDD) es la que tiende a prevalecer en el mercado, y es que la segmentación FDD es la que se utiliza en mayor grado en las bandas que actualmente se explotan para servicios móviles (Bandas de 800 y 900 MHz, 1.7 y 1.9 GHz).

Respecto de la canalización, es importante tomar en cuenta que en LTE se definen anchos de banda nominales posibles de 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz y 20 MHz. Por su parte el WiMAX FORUM recomienda asignar un mínimo de 30 a 40 MHz por operador (usando 3 a 4 canales de 10 MHz para cubrir un área de 1 kilómetro cuadrado de una zona residencial urbana).

Derivado de lo anterior y para que exista un mayor número de competidores en México dentro de la banda de 2.5 GHz, se proponen las siguientes alternativas de asignación para nuevos operadores (a través de licitación):

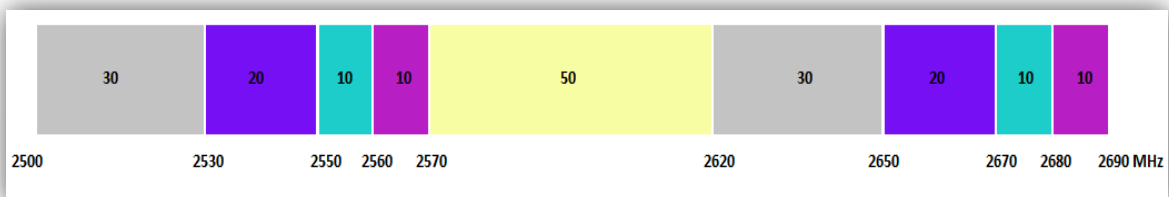
1. De acuerdo a las Recomendaciones de la UIT, el bloque TDD (2570 – 2620 MHz) está contemplado para asignarse a los actuales concesionarios de MMDS. No obstante, la decisión del Estado respecto del rescate de la banda de 2.5 GHz, deja libre esta parte del espectro para licitarse.

Por lo anterior, este segmento de frecuencias debe ser asignado a los nuevos operadores como un solo bloque.

2. Para el bloque FDD (2530 – 2570 / 2650 – 2690 MHz)

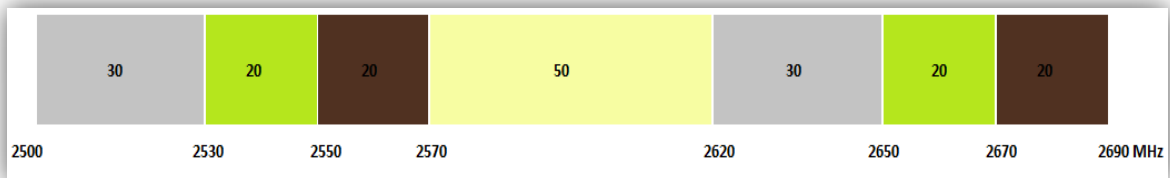
- a) Un bloque de 2 X 20 MHz [20 + 20 MHz]  
2530 – 2550 / 2650 -2670 MHz

2 bloques de 2 X 10 MHz [10 + 10 MHz]  
2550 – 2560 / 2670 -2680 MHz  
2560 – 2570 / 2680 -2690 MHz



**Figura 4.4** Propuesta de canalización FDD

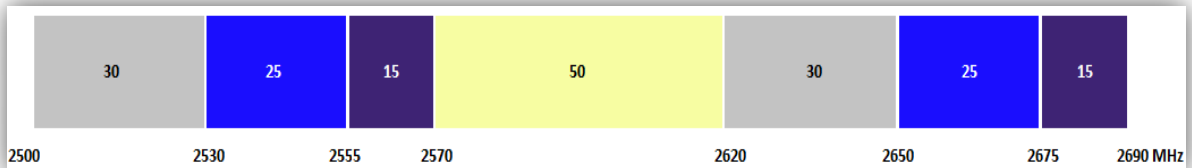
- b) Dos bloques de 2 X 20 MHz [20 + 20 MHz]  
2530 – 2550 / 2650 -2670 MHz  
2550 – 2570 / 2670 -2690 MHz



**Figura 4.5** Propuesta de canalización FDD

- c) Un bloque de 2 X 25 MHz [25 + 25 MHz]  
2530 – 2555 / 2650 -2675 MHz

Un bloque de 2 X 15 MHz [15 + 15 MHz]  
2555 – 2570 / 2675 -2690 MHz



**Figura 4.6** Propuesta de canalización FDD

Es importante resaltar que los niveles de banda de guarda deben ser ajustados de 300 a 500 KHz de acuerdo a lo establecido en las recomendaciones internacionales, para evitar problemas de interferencias entre los extremos de los canales asignados. Además de ello, es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- las nuevas tecnologías de acceso inalámbrico de banda ancha pueden proporcionar tasas de transmisión de hasta 70 Mbps, la cual está en función de la distancia del enlace. Esto es a mayor distancia, menor será la tasa de transmisión.
- El ancho de banda del canal de los equipos con perfil fijo son de 3.5, 5, 7 ó 10 MHz.
- El ancho de banda del canal de los equipos con perfil móvil son de 5, 8.75 ó 10 MHz.

Los últimos desarrollos de mercado, parecen indicar que la tecnología TDD no sólo será muy importante para los operadores más de nicho, sino que incluso operadores más masificados planean combinar ambas versiones de la tecnología para ampliar su capacidad. Operadores como Softbank (Japón), Optus (Australia), Hi3G (Suecia y

Dinamarca), y STC (Arabia Saudita) tendrán redes LTE con ambos modos TDD y FDD con dispositivos multimodo.

En general, las bandas de frecuencia más baja (menores a 1 GHz) resultan muy adecuadas para el despliegue de redes de amplia cobertura a un costo relativamente bajo. El uso de frecuencias más altas (como por ejemplo, 2.5 GHz) tiene un mayor costo de cobertura, pero estas bandas son más adecuadas para proporcionar la capacidad necesaria para satisfacer la demanda de altas velocidades de transferencia de datos del gran número de usuarios de las zonas urbanas, aeropuertos y otros lugares muy concurridos.

### **4.3. Licitación de la banda de 2.5 GHz**

El concepto de licitación como lo marca la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), es un procedimiento formal y competitivo de adquisiciones, abierto al público interesado, mediante el cual se solicitan, reciben y evalúan ofertas para la adquisición de activos financieros, se adjudica el contrato correspondiente al licitador que ofrezca la propuesta más alta de pago. De este modo se logra la contratación de una compra o prestación de servicios. En el caso de la licitación de la banda de 2.5 GHz, una concesión sobre el espectro radioeléctrico que habilita al concesionario a prestar algún servicio como el de banda ancha móvil.

La recuperación de 130 MHz por parte del Estado, en la banda de 2.5 GHz, ha desencadenado discusiones acerca de la licitación que ahora está en manos del IFETEL. Diversos operadores interesados en desplegar redes de banda ancha móvil, están a la espera de conocer las condiciones para obtener una concesión de éste segmento del espectro y que se realice la licitación a corto plazo siendo que no hay razón alguna para frenar las nuevas asignaciones.

Aunado a esto, el IFETEL tiene que determinar las condiciones y contraprestaciones aplicables para que los concesionarios a quienes se les prorrogaron sus títulos de concesión, puedan transitar al modelo de concesión única o autorizar servicios adicionales de banda ancha, lo cual permitirá en breve plazo que la totalidad de la banda de 2.5 GHz sea efectivamente utilizada para desarrollar este tipo de servicios, cuya demanda es incremental y estratégica en el contexto actual de las telecomunicaciones.

La licitación es un proceso eficiente para concesionar el espectro radioeléctrico con dos beneficios sobresalientes: 1) otorgar el espectro a quien le dé el valor más alto y 2) otorgarlo a quien le dé un uso social y económicamente eficiente. Para lograr que se lleve a cabo de la mejor forma, hay que tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Prevenir la colusión de los participantes,
- Eliminar barreras a la entrada y
- Definir reglas claras y criterios de participación transparentes que den certidumbre durante todo el proceso de licitación.

Conforme a lo establecido en el artículo 14 y 16 de la Ley Federal de Telecomunicaciones (LFT), las concesiones sobre la banda de 2.5 GHz deben otorgarse a través de una licitación, siendo ésta banda de uso determinado. Los procedimientos para llevar a cabo la licitación son publicados en el Diario Oficial de la Federación.

Derivado de lo anterior el Gobierno Federal tiene derecho de percibir una contraprestación económica por la concesión otorgada. Cabe destacar que la contraprestación económica que deben pagar los particulares para ser titular de una concesión sobre bandas de frecuencias para usos determinados se compone de dos cantidades distintas, una “fija” por derechos y una “variable” por aprovechamiento.

En el caso del pago de derechos que constituyen la parte “fija” de la contraprestación, debe cubrirse anualmente por el uso, goce y aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico por región y por cada MHz concesionado, reflejando el valor del mercado de las bandas de frecuencias y dando el mismo tratamiento fiscal a los contribuyentes de este bien de dominio público de la Nación. Este monto es propuesto por la SHCP al Poder Legislativo quien, de considerarlo procedente, lo aprueba a través de la LFD.

Al respecto, es posible establecer dicha contraprestación en función del plazo de la concesión, las diferencias geográficas o de población, las características técnicas y ancho de banda y el valor del mercado de la banda de frecuencias en estudio, entre otros aspectos.

El otro componente de la contraprestación económica es el aprovechamiento, que constituye la parte “variable”, y se refiere al precio mínimo que el Estado debe recibir por el otorgamiento de la concesión. Este aprovechamiento, el llamado “guante”, es

determinado en competencia de posturas económicas entre licitantes a partir de un precio mínimo fijado por la SHCP, a propuesta del IFETEL. Su pago se realiza una sola ocasión y es variable, dado que bien si la SHCP establece el precio mínimo de referencia, son los propios participantes en la licitación quienes tiene la posibilidad de modificarlo a la alza.

Al recibir el precio mínimo SHCP se asegura el interés patrimonial del Estado, el cual, sufriría daño si la autoridad concesionara el espectro a un menor precio al mínimo y, por el contrario, se genera un beneficio patrimonial adicional equivalente a cualquier precio por encima del precio base. Una vez satisfecho dicho precio base, fijado a partir del valor del mercado conocido, cualquier cantidad adicional producto de la subaste constituye un beneficio adicional para el Estado.

La definición de las bandas de frecuencias objeto de concesión, sus modalidades de uso y zonas geográficas que pueden ser utilizadas (que constituyen en esencia el objeto específico de cada Concurso), así como la definición de los criterios para seleccionar al ganador en el que destaca la propuesta económica respecto del bien licitado, deben establecerse respetando las restricciones en materia de competencia económica.

Es así que no puede ofrecerse como objeto de la licitación la totalidad de los bienes que sirven para un fin determinado, pues ello implicaría que sólo una persona o empresa fuera titular de los mismos, dando lugar a la creación de monopolios o situaciones contrarias a la sana competencia. De la misma manera no puede actuarse en el extremo contrario, determinando como objeto de bienes insuficientes para atender un fin determinado, pues ello hace imposible la propia prestación del servicio. Como se observa, es la función del Estado el vigilar y procurar la sana competencia, lo que conlleva a la determinación del objeto a concursar de manera que se salvaguarde este principio.

Sobre los criterios de selección del ganador, uno de ellos corresponde a la propuesta económica que contiene el precio respecto de los bienes objeto del concurso. Este valor económico no debe constituir el criterio rector de selección del particular que debe gozar de la concesión, sino que como lo ha sostenido la Suprema Corte de Justicia de la Nación, es sólo uno, pero no necesariamente el criterio determinante, como se expondrá a detalle más adelante [6].

El objeto de licitar, así como los criterios de selección del ganador, también se determinan reconociendo que se requiere de grandes inversiones de capital para el despliegue de la red necesaria para prestar servicios de telecomunicaciones. Es por esto que resulta necesario el equilibrio de las condiciones del concurso, a fin de que aquellos competidores que ya cuentan con la inversión del despliegue de red, no obtengan una ventaja que se convierta en barrera de entrada en perjuicio de aquel que no la ha desplegado.

De esta manera se justifica tanto el limitar la acumulación del espectro, como el reservar segmentos para nuevos operadores con el fin de preservar la sana competencia. Esto incide necesariamente en el valor del espectro, ya que no puede esperarse el mismo precio por el espectro radioeléctrico a cuyo concurso concurren agentes económicos en circunstancias desiguales. Del mismo modo, se debe considerar un límite máximo de espectro, para los operadores que ya cuentan con espectro en otras bandas de frecuencias, que estén interesados en participar en los nuevos procesos de licitación [22].

Cabe destacar que tanto los límites de acumulación de espectro como los segmentos reservados a pequeños operadores o nuevos entrantes son condiciones que tienen precedentes en anteriores licitaciones del espectro realizadas en México, y que están acorde con las mejores prácticas internacionales.



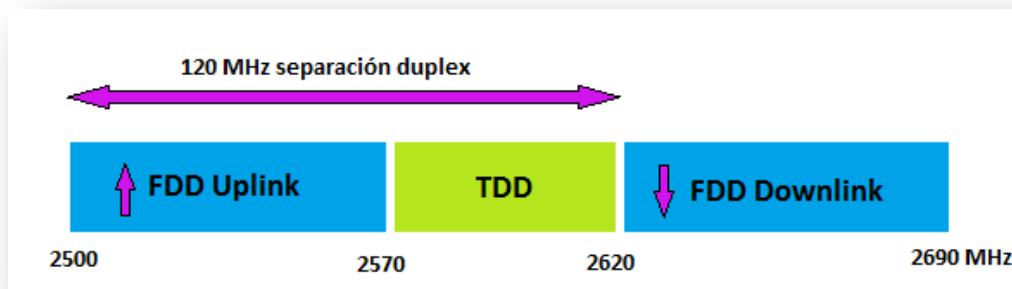
## CONCLUSIONES

---

Como se mencionó a lo largo de este trabajo, la banda de 2500-2690 MHz es óptima para el funcionamiento de los sistemas de banda ancha móvil. El rescate de 130 MHz sobre dicha banda que recientemente realizó el Estado, requiere de una pronta licitación, lo que conlleva un estudio con características y especificaciones adecuadas para la segmentación de la misma, y así aprovechar de manera eficiente el espectro radioeléctrico.

Es importante destacar que la cantidad de espectro asignada a los operadores móviles, determinará si cuentan o no con el ancho de banda necesario para procesar el mayor volumen de tráfico generado por la creciente demanda de banda ancha móvil. Por lo anterior, el reordenamiento de la banda de 2500-2690 MHz debe ser tal que permita el desarrollo de las tecnologías inalámbricas y a su vez promueva el crecimiento y genere un entorno favorable a la competencia. La propuesta aquí presentada, cumple con ambos objetivos, en base a los criterios que se consideraron para la misma.

Cabe mencionar que la Recomendación de la UIT, respecto de la segmentación de ésta banda de frecuencias, propone otorgar a los concesionarios de MMDS, el bloque de 50 MHz para operar con la tecnología TDD (Time Division Duplexing), con el objeto de no afectar el despliegue de las redes de banda ancha móvil y dar oportunidad a los operadores de los servicios de televisión y audio restringidos, y a su vez seguir compitiendo dentro del mercado.



**Figura I.** Recomendación de la UIT sobre la banda de 2.5 GHz

Sin embargo, la parte del espectro que la SCT otorgó a los antiguos concesionarios de la banda de 2.5 GHz (un bloque de 2 X 30 MHz en los rangos de frecuencias de 2500-2530 / 2620-2650 MHz), seguirá siendo subutilizada hasta que se cumpla la condición impuesta de pasar a la concesión única<sup>22</sup> con la que se debe desplegar la red de banda ancha móvil, o bien, se devuelva al Estado esa parte del espectro.



**Figura II.** Rescate de la banda de 2 500-2 690 MHz

La decisión tomada por la SCT respecto de no asignar el bloque TDD a los concesionarios de MMDS, fue un acuerdo entre ambas partes para poner fin a los litigios interpuestos y acelerar el rescate de la banda sin afectar a uno ni otro. La Tabla I resume las ventajas y desventajas de la asignación que determinó la SCT para la banda de 2.5 GHz:

<sup>22</sup> La Reforma Constitucional de Telecomunicaciones publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de junio del 2013, establece que todas las concesiones serán únicas a fin de que los concesionarios puedan prestar todo tipo de servicios a través de sus redes, abriendo paso a la competencia efectiva, siempre y cuando cumplan con las obligaciones y contraprestaciones que imponga el Instituto Federal de Telecomunicaciones.

**Tabla I. Ventajas y desventajas sobre la asignación que la SCT otorgó a los concesionarios de MMDS.**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Permitió al Estado recuperar a título gratuito 130 de los 190 MHz de manera inmediata.	El espectro recuperado (130 MHz), no es suficiente para satisfacer la demanda de banda ancha móvil en México.
El Estado tiene la posibilidad de disponer de los 130 MHz recuperados, a través de licitaciones.	Esta asignación no cumple con las normas internacionales que buscan la mayor armonización posible con el resto de los países del mundo y la región.
El segmento recuperado de la banda de 2.5 GHz abre una oportunidad para prestar servicios de última generación.	La adopción de los servicios de banda ancha móvil se verá retrasada en el segmento de frecuencias asignado a MMDS.
La condición impuesta por el Estado en el rescate de las frecuencias de dicha banda de transitar en el 2016 a la concesión única, asegura que la parte del espectro que no fue rescatada también se utilizará para servicios de banda ancha a largo plazo.	Se anuló la posibilidad de introducir a competidores que cuentan con la capacidad de desplegar redes de forma inmediata, en la parte del espectro no rescatada.

La coexistencia de servicios IMT y MMDS en la banda de 2.5 GHz es posible si las frecuencias están lo suficientemente separadas<sup>23</sup>. La transición de los sistemas MMDS de analógicos a digitales también reducirá sus requerimientos de espectro, lo que puede traer beneficios a largo plazo para la liberación de más espectro.

Muchos de los países que cuentan con servicios de radiodifusión MMDS, como Brasil, Sudáfrica, Arabia Saudita y Canadá, hicieron la reasignación de estos servicios en el bloque TDD central, permitiendo la convergencia de la banda hacia la Opción 1 de la UIT armonizada a nivel internacional. En agosto de 2010, en Brasil se resolvió reordenar la banda de 2.5 GHz reasignando las operaciones MMDS existentes en un bloque TDD central de 50 MHz (2570 MHz a 2620 MHz) y en otro bloque FDD de 2x10 MHz con

<sup>23</sup> La separación necesaria entre frecuencias en la banda de 2.5 GHz es de 20 MHz, pero sería posible reducir este valor si existe posibilidad de utilizar filtros en los receptores MMDS.

separación dúplex de 120 MHz (2500 MHz - 2510 MHz pareado con 2620 MHz - 2630 MHz) para lograr convergencia con la Opción 1 de la UIT.

Después de analizar las propuestas internacionales de asignación de la banda de 2500-2690 MHz y determinar la más óptima considerando aspectos importantes como: tendencia mundial, atribución de la banda, compatibilidad, crecimiento del mercado en análisis, entre otras; podemos concluir que la asignación propuesta en este trabajo, respecto del segmento de 130 MHz rescatados por el Estado presenta las siguientes ventajas:

- ✓ Proporcionar la capacidad necesaria para satisfacer la demanda de altas velocidades de transferencia de datos para el gran número de usuarios existentes.
- ✓ Facilitar a los operadores el despliegue de la red necesaria para prestar servicios de telecomunicaciones.
- ✓ Disminuir los costos del uso de banda ancha móvil en México
- ✓ Abarcar mayor cobertura geográfica, accediendo a poblaciones en las que actualmente, no se presta el servicio.
- ✓ Introducción de nuevas tecnologías y sistemas que favorezcan el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico de manera eficiente.
- ✓ Ser parte de la red inalámbrica mundial que se pretende desplegar en la banda de 2500-2690 MHz.

Esta banda es considerada única dado que podría convertirse en la banda común de todos los países para los servicios comerciales de banda ancha móvil. Derivado de lo anterior, existe la posibilidad de que se produzcan equipos de telecomunicaciones (desde dispositivos móviles hasta infraestructuras de red), que puedan utilizarse en todo el mundo. Al contar con la capacidad para generar economías de escala globales, los proveedores de equipos podrán maximizar la relación costo-beneficio y, porque no, hasta lograr que la banda ancha móvil sea accesible para todos, en cualquier lugar.

## GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

---

<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital asimétrica)
<b>AES</b>	Advanced Encryption Standard
<b>ANATEL</b>	Agencia Nacional de Telecomunicaciones
<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Código)
<b>CEPT</b>	Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones
<b>CITEL</b>	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
<b>CMR</b>	Conferencias Mundiales Internacionales
<b>CNAF</b>	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
<b>COFETEL</b>	Comisión Federal de Telecomunicaciones
<b>CPE</b>	Customer Premises Equipment (Equipo local del cliente)
<b>CPEUM</b>	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
<b>DES</b>	Data Encryption Estándar
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>FCC</b>	Federal Communications Commission (Comisión Federal de Comunicaciones)
<b>FDD</b>	Frequency Division Duplexing (transmisión bidireccional por división de frecuencia)
<b>GSM</b>	Global Systems For Mobile Communications (Sistema Global Para Comunicaciones Móviles)
<b>GSMA</b>	Asociación GSM
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros de Eléctrica Electrónica)

<b>IFETEL</b>	Instituto Federal de Telecomunicaciones
<b>IMT</b>	International Mobile Telecommunications (Telecomunicaciones Móviles Internacionales)
<b>IPTV</b>	Internet Protocol Television (Televisión sobre el Protocolo de Internet)
<b>ITFS</b>	Instructional Television Fixed Service
<b>LET</b>	Long Term Evolution
<b>LFD</b>	Ley Federal de Derechos
<b>LFT</b>	Ley Federal de Telecomunicaciones
<b>LGBN</b>	Ley General De Bienes Nacionales
<b>LOS</b>	Line Of Sight (Línea de vista directa)
<b>MAC</b>	Media Acces Control (Control de acceso al medio)
<b>MDS</b>	Multipoint Distribution System (Sistema de Distribución Multipunto)
<b>MMDS</b>	Multipoint Microwave Distribution Systems
<b>NLOS</b>	Non Line Of Sight (Sin línea de vista directa)
<b>OFDM</b>	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (modulación ortogonal por división de frecuencia)
<b>OFDMA</b>	Orthogonal Frequency Division Multiple Access (modulación ortogonal por división de frecuencia de múltiple acceso)
<b>QoS</b>	Calidad de servicio
<b>RR-UIT</b>	Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
<b>RSA</b>	Rivest Shamir Adleman (algoritmo de clave pública)
<b>SCT</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
<b>SHCP</b>	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
<b>STB</b>	Set Top Box (Decodificador)
<b>SU</b>	Subscriber Unit (Unidad de Suscriptor)

<b>TDD</b>	Time Division Duplexing (transmisión bidireccional por división de tiempo)
<b>TDMA</b>	Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo)
<b>UIT</b>	Unión Internacional de Telecomunicaciones
<b>UIT-R</b>	Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
<b>VoIP</b>	Voice over Internet Protocol (Voz sobre el Protocolo de Internet)
<b>Wi-Fi</b>	Wireless Fidelity (Fidelidad sin cables)
<b>Wi-Max</b>	Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial de Acceso por Microondas)

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] Arias, A. (2013, 9 de sep.). MVS con 60 MHz y fin a los litigios en 2.5 GHz. *Mediatelecom*. Recuperado de <http://mediatelecom.com.mx/index.php/agencia-informativa/colaboradores/item/50272-mvs-con-60-mhz-y-fin-a-los-litigios-en-2-5-ghz>
  
- [2] Australian Communications and Media Authority (2010). *Review of the 2.5 GHz band and long-term arrangements for ENG*. Recuperado de: [http://www.acma.gov.au/webwr/\\_assets/main/lib311275/2.5ghz\\_discussion\\_paper\\_ifc01-10.pdf](http://www.acma.gov.au/webwr/_assets/main/lib311275/2.5ghz_discussion_paper_ifc01-10.pdf)
  
- [3] Chile: Se entregaron resultados de la licitación 4G en 2.6 GHz (2012, sep.). *Wayerless*. Recuperado de <http://www.wayerless.com/2012/07/chile-hoy-habra-resultados-de-la-licitacion-4g-en-2-6-ghz/>
  
- [4] Coloma, F. (2010, 12 de dic.). *Estudio de la Zona Fresnel en las Comunicaciones Inalambricas*. Recuperado de <http://xentron.blogspot.mx/2010/12/estudio-de-la-zona-fresnel-en-las.html>
  
- [5] Comisión Federal de Telecomunicaciones (2012). *El Espectro Radioeléctrico en México. Estudios y Acciones*. Recuperado de <http://www.cft.gob.mx:8080/portal/wp-content/uploads/2012/11/EL-ESPECTRO-RADIOEL-CTRICO-EN-MEXICO.-ESTUDIO-Y-ACCIONES-FINAL-CONSULTA.pdf>
  
- [6] Comisión Federal de Telecomunicaciones (2012). *Licitaciones y Espectro, Informe de Resultados (2006-2012)*, 83-110.
  
- [7] Del villar, R., Martínez E., et al. (2009). *Necesidad de Despliegue de una Nueva Red de Banda Ancha en México*. Recuperado de: <http://libertadzero.files.wordpress.com/2010/03/necesidad-de-despliegue-de-una-nueva-red.pdf>
  
- [8] Evan, D. L. (2013). El Espectro Radioeléctrico como Medio de Vida, *Revista Comunicación y Ciudadanía Digital*, (2), 2-8.
  
- [9] García, J. y Morales G. (2012). *Instalaciones de Radiocomunicaciones* (1° ed.). España: Paraninfo.



- [10] Gómez, R. y Sosa, G. (2010). La concentración en el mercado de la televisión restringida en México. *Comunicación y Sociedad*, 114-118.
- [11] GSMA (2010). *La Banda de 2,6 GHz: Oportunidad para Lograr una Banda Ancha Móvil Global*. Recuperado de <http://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2012/07/Spectrum-The-2-6GHz-band-Opportunity-for-global-mobile-broadband-Spanish.pdf>
- [12] IGI Consulting, INC. (2000). *Wireless Access 2000; LMDS, MMDS, and the Unlicensed Bands*. Recuperado de [http://books.google.es/books?id=Cqo6CzEP8loC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.es/books?id=Cqo6CzEP8loC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- [13] *La tecnología MMDS (Multipoint Multichannel Distribution System)*. (10). Recuperado de <http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiammms.pdf>
- [14] Lara, H. M. (2006). *IMT-2000*. Recuperado de: <http://www.ensenadamexico.net/hector/it/IMT2000.pdf>
- [15] Liopiros, K. (2013). *Value and Utility of de U. S. 2.5 GHz Spectrum Band*. Recuperado de <http://newsroom.sprint.com/images/9004/press/25GHzValueUtilityAnalysisMarch2013.pdf>
- [16] Mares, M. A. (2012, 19 de ago.). MVS, banda ancha móvil: las cifras. *El Economista*. Recuperado de <http://eleconomista.com.mx/columnas/columna-especial-empresas/2012/08/19/mvs-banda-ancha-movil-las-cifras>
- [17] México: Diputados redujo los montos por uso de espectro de la iniciativa fiscal de Peña Nieto, (2013, 21 de oct.). *TeleSemana.com*. Recuperado de <http://www.telesemana.com/blog/2013/10/21/mexico-diputados-redujo-los-montos-por-uso-de-espectro-de-la-iniciativa-fiscal-de-pena-nieto/>
- [18] Negrete J. y Páez E. (2012). Brasil y Chile concilian rentabilidad y cobertura en licitación de banda de 2.5 Ghz. *Mediatelecom*. Recuperado de: <http://www.mediatelecom.com.mx/index.php/agencia-informativa/noticias/item/27280-brasil-y-chile-concilian-rentabilidad-y-cobertura-en-licitaci%C3%B3n-de-banda-de-25-ghz>
- [19] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2012). *Libro Blanco Concesiones de la Banda de 2.5 GHz*. Recuperado de [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/LB\\_Concesiones\\_de\\_la\\_Banda\\_2.5\\_GHz\\_01.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/LB_Concesiones_de_la_Banda_2.5_GHz_01.pdf)

- [20] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2012). México: situación actual, *Acciones para el fortalecimiento de la banda ancha y las tecnologías de la información y comunicación*, 18-31.
- [21] Sigler, E. (2012, 13 de ago.). 2.5 GHz: nueva banda, mismas caras. *CNNExpansión*. Recuperado de <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2012/08/10/nueva-banda-mismas-caraseso-es-malo>
- [22] Sosa, G. (2010, 7 de sep.). Licitaciones, ¿eficacia en el espectro?. *CNNExpansión*. Recuperado de <http://www.cnnexpansion.com/opinion/2010/09/06/licitaciones-eficiencia-en-el-espectro>
- [23] Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2012, mar.), *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)*. Recuperado de <http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1036/es>