

Estudio: Estado y prospectiva de la Banda C en el mundo

Octubre 2025

El presente estudio fue elaborado por la Unidad de Espectro Radioeléctrico del Instituto Federal de Telecomunicaciones con el objeto de analizar la situación actual y prospectiva respecto del uso de la Banda C (3700 a 4200 MHz). Para este efecto, se analizaron los distintos tipos de servicios de radiocomunicaciones que se encuentran atribuidos en esta banda de frecuencias, así como los sistemas que hacen uso de la misma, de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones, las recomendaciones y los informes de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, así como de los distintos instrumentos regulatorios emitidos por los diversos países y organizaciones regionales respecto del uso del espectro radioeléctrico y en particular para esta banda de frecuencias.

La información contenida en este estudio sobre la situación actual y prospectiva en el uso de la Banda C podrá ser de utilidad para tener un panorama respecto del uso actual y futuro de dicha banda, que facilite la toma de decisiones y el establecimiento de políticas públicas para su uso.

El contenido de este documento en ningún caso prejuzga la opinión del Pleno del Instituto, ni prejuzga las determinaciones futuras que se establezcan con relación a la banda de frecuencias objeto del estudio por la autoridad competente. Este estudio solo busca reflejar una perspectiva sobre el uso de la Banda C, considerando los cambios en la atribución y el uso de dicha banda de frecuencias a nivel global y nacional.

Contenido

2	Índice de Tablas.....	3
3	Índice de Ilustraciones	4
4	Glosario	5
5	Introducción	6
6	Objetivo.....	7
1	Capítulo 1. Generalidades de la regulación internacional y la banda C.....	10
1.1	El espectro radioeléctrico	10
1.2	Regulación internacional sobre el uso del espectro radioeléctrico	11
1.3	Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.....	13
1.4	Nomenclatura de las bandas de frecuencias	14
1.5	Atribución de la Banda C (3700 – 4200 MHz).....	15
2	Capítulo 2. La Banda C y su uso.....	18
2.1	Características de la Banda C.....	19
2.2	Servicios y sistemas en la Banda C	20
2.2.1	Servicio fijo por satélite	20
2.2.1.1	Principales empresas satelitales que hacen uso de la banda C (Intelsat, SES, Eutelsat)	21
2.2.2	Servicio móvil	22
2.3	Casos de uso.....	24
3	Capítulo 3. Importancia de la banda C, análisis internacional del uso actual, atribución y políticas implementadas	25
3.1	Importancia de la banda C desde el punto de vista económico.....	26
3.2	Análisis internacional del uso actual, atribución, políticas implementadas y mecanismo de asignación.	29
3.2.1	Región 1.....	29
3.2.2	Región 2.....	38
3.2.3	Región 3.....	48
3.3	Armonización por Región sobre atribución y uso de Banda C.....	51
4	Capítulo 4. Análisis del uso y atribución en la Banda C en México.....	53
4.1	Marco jurídico y atribución de la Banda C en México.	53
4.2	Ocupación de la Banda C en México.	54
5	Capítulo 5. Prospectiva del uso de la Banda C en el mundo.	56

5.1	Análisis desde una perspectiva global.	56
5.2	Análisis desde el punto de vista regional (región 2).	57
5.3	Análisis y prospectiva desde el punto de vista local (México).	58
6	Conclusiones	63
7	Bibliografía	67

Índice de Tablas

Tabla 1- Rangos de frecuencias.....	10
Tabla 2- Nomenclatura bandas de frecuencias.....	15
Tabla 3.- Atribución de la Banda C en el RR edición 2020.....	16
Tabla 4.-Atribución de la Banda C en el RR edición 2024.....	17
Tabla 5. Atribuciones de la banda de frecuencias 3600-4200 MHz.	29
Tabla 6. Atribución de la banda C en Alemania.....	31
Tabla 7 Atribución de la banda C en Austria.....	32
Tabla 8 Atribución de la banda C en Bélgica.....	33
Tabla 9 Atribución de la banda C en Francia.....	34
Tabla 10 Atribución de la banda C en Italia	36
Tabla 11 Atribución de la banda C en Polonia.....	36
Tabla 12 Atribución de la banda C en Reino Unido.....	37
Tabla 13. Disposición de frecuencias identificadas para IMT.	40
Tabla 14 Atribución de la banda C en Canadá.....	41
Tabla 15 Atribución de la banda C en Colombia.	43
Tabla 16. Asignaciones de sub bloques de frecuencias para IMT	45
Tabla 17 Atribución de la banda C en Estados Unidos.....	46
Tabla 18 Atribución de la banda C en Australia.....	49
Tabla 19. Atribución de la banda C en Japón.	50
Tabla 20. Atribución de la banda C en Nueva Zelanda	50
Tabla 21. Atribución de la Banda C en México.	53
Tabla 22 Concesiones en Banda C en México	55
Tabla 23 Concesiones en Banda C en México	56
Tabla 24. Bandas identificadas por el 3GPP	57

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1-Regiones para la atribución de bandas de frecuencias	16
Ilustración 2- Atribución de servicios Banda C Región 1	52
Ilustración 3- Atribución de servicios Banda C Región 2	52
Ilustración 4- Atribución de servicios Banda C Región 3	52

Glosario

Término	Definición
5G	La quinta generación de tecnología de red celular GSM, que ofrece mayores velocidades, menor latencia y mayor capacidad que las generaciones anteriores.
Administración	Todo departamento o servicio gubernamental responsable del cumplimiento de las obligaciones derivadas de la Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, del Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y de sus Reglamentos Administrativos
Amazon Kuiper	AMAZON KUIPER MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.
APT	Comunidad de Telecomunicaciones de Asia-Pacífico
Banda C	Banda de frecuencias que va de los 3700 a 4200 MHz
BR	Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT
BR IFIC	Circular Internacional de Información sobre Frecuencias
CCP II	Consejo Consultivo Permanente II
CNAF	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
Constitución	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
DTH	Direct to Home (DTH) Difusión Directa al Hogar
Eutelsat	EUTELSAT AMERICAS (SATÉLITES MEXICANOS, S.A. DE C.V.)
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones
FDD	Frequency Division Duplex
Hispasat	HISPASAT MÉXICO S.A. DE C.V.
IFT o Instituto	Instituto Federal de Telecomunicaciones
IMT	Telecomunicaciones Móviles Internacionales (International Mobile Telecommunications)
Intelsat	INTELSAT MEXICO S.A. DE C.V.
Ley	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
LMP	Low/Medium Power o Potencia media/baja
MIRF	Registro Internacional de Frecuencias de la UIT
OEA	Organización de los Estados Americanos
OneWeb	WORLDVU MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.
POG	Posición Orbital Geoestacionaria
RR	Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
RTVC	Sistemas de Medios Públicos de Colombia
SMATV	Single Master Antenna Television (Antena de Televisión Principal Simple o Única)
SES	SES MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.
SF	Servicio Fijo
SFS	Servicio Fijo por Satélite (FSS, por sus siglas en inglés)
SM	Servicio Móvil
SMS	Servicio Móvil por Satélite
SpaceX-Starlink	STARLINK SATELLITE SYSTEMS MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.
TDD	Time Division Duplex
TVRO	Televisión de Solo Recepción (TVRO, por sus siglas en inglés)
UER	Unidad de Espectro Radioeléctrico
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Sector Radiocomunicaciones de la UIT
VSAT	Terminal que utiliza una antena de muy pequeña apertura (VSAT por las siglas en inglés)
WBB	Wireless BroadBand o Banda Ancha inalámbrica
WEB	Red informática

Introducción

El espectro radioeléctrico es un recurso estratégico, limitado y de alto valor social y económico, indispensable para el funcionamiento de los sistemas de radiocomunicaciones. A través de él se transmiten voz, datos, audio, video e información de todo tipo, constituyendo la base sobre la cual se prestan los servicios de telecomunicaciones inalámbricas que sostienen la vida moderna. Debido a su carácter escaso y su creciente demanda, su gestión eficiente requiere de procesos rigurosos de planificación, coordinación y regulación, tanto a nivel nacional como internacional.

En el plano global, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), órgano especializado de las Naciones Unidas en tecnologías de la información y comunicación, coordina la atribución de bandas de frecuencias y la gestión de órbitas satelitales. A través de su Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R), administra el espectro y el espacio ultraterrestre conforme al Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), tratado internacional que establece las disposiciones técnicas y procedimentales necesarias para garantizar la operación armónica de los servicios de radiocomunicaciones y prevenir interferencias entre países.

No obstante, cada Estado conserva plena soberanía para decidir el uso de las frecuencias dentro de su territorio, siempre bajo el principio de armonización con el RR. En consecuencia, los países desarrollan marcos normativos propios, que buscan equilibrar dos objetivos: por un lado, la alineación internacional necesaria para la compatibilidad técnica; por otro, la atención de sus necesidades nacionales específicas.

En el caso de México, el Estado participa activamente en los procesos de revisión del RR y en la actualización de su Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF), con el propósito de asegurar que la operación de los sistemas de radiocomunicaciones terrestres y satelitales se lleve a cabo libre de interferencias perjudiciales y en concordancia con la normativa internacional.

En este contexto, el presente estudio ofrece un análisis sobre las atribuciones y usos de la Banda C (3700 – 4200 MHz), tanto a nivel internacional como nacional. Su objetivo es proporcionar una visión integral del estado actual y la prospectiva de esta banda, a fin de servir como insumo técnico para la toma de decisiones regulatorias y para el diseño de políticas públicas que aseguren su aprovechamiento eficiente en los próximos años.

Objetivo

El presente documento tiene por objetivo ofrecer un análisis integral sobre el estado actual y la prospectiva de la Banda C (3700 – 4200 MHz)¹, tanto a nivel internacional como nacional, considerando los aspectos regulatorios, técnicos, económicos y de explotación asociados a su uso.

Para tal efecto, se recopila y sistematiza información relevante proveniente del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), de los cuadros nacionales de atribución de frecuencias de diversas Administraciones, así como de estudios y disposiciones aplicables a los servicios de radiocomunicaciones que operan en esta banda.

Con base en ello, se desarrolla una visión prospectiva desde una perspectiva global, regional y nacional (México), con el fin de aportar elementos de análisis que permitan valorar las posibles trayectorias de evolución de la Banda C y los equilibrios requeridos entre los distintos servicios que la utilizan.

La información contenida en este documento tiene carácter técnico y busca contribuir al conocimiento público, apoyando tanto la toma de decisiones en materia de gestión del espectro como la definición de políticas públicas orientadas al uso eficiente de este recurso estratégico.

¹ Cabe señalar, que el segmento de 5925 - 6425 MHz de la banda C (que para servicios satelitales corresponde al segmento Tierra - espacio) no forma parte del presente estudio.

Marco normativo

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 6o., párrafo tercero y apartado B, fracciones II y III 7o., 27, párrafo cuarto y 28, párrafo décimo sexto, décimo de la Constitución, con relación a los artículos Transitorios Décimo y Décimo Primero del *DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de simplificación orgánica*, el Instituto es un órgano autónomo, con personalidad jurídica y patrimonio propio, el cual garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet, entre otros.

Asimismo, establece que el Instituto tiene a su cargo regular y promover la competencia y el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones, a través de la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, los Recursos Orbitales, los servicios satelitales, las redes públicas de telecomunicaciones y la prestación de los servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones;

Por su parte, el artículo 27 de la Constitución establece, en lo conducente, que corresponde a la Nación el dominio directo del espacio situado sobre el territorio nacional y, dado que las ondas electromagnéticas del espectro radioeléctrico se propagan en dicho espacio, la explotación, el uso y el aprovechamiento por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, deberá realizarse mediante concesiones, que en el caso de radiodifusión y telecomunicaciones serán otorgadas de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

La Ley en su artículo 3, fracción XXI define al espectro radioeléctrico como el espacio que permite la propagación sin guía artificial de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencia se fijan convencionalmente por debajo de los 3000 GHz, por lo que, el espectro radioeléctrico es un recurso finito utilizado como un medio intangible para la prestación de servicios de telecomunicaciones de tal forma que no es necesario el uso de una guía física tangible, por lo que es importante hacer una administración eficiente de este recurso.

Por otra parte, el artículo 54 de la Ley indica que el Instituto ejercerá la administración del espectro radioeléctrico y los recursos orbitales del Estado, persiguiendo, entre otros objetivos, el uso eficaz del espectro y su protección. También, el artículo 55, fracción I de la Ley señala que las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico clasificadas como espectro

determinado son aquellas bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas para los servicios atribuidos en el CNAF, a través de concesiones para uso comercial, social, privado y público, por lo que cualquier interesado que pretenda usar, aprovechar y/o explotar bandas de frecuencias de espectro determinado, así como para la ocupación y explotación de Recursos Orbitales, deberá obtener una concesión para tal propósito de conformidad con lo previsto en el artículo 76 de la Ley.

En términos de lo señalado en el artículo 57 de la Ley, en el CNAF se establecerá la atribución de las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico a uno o más servicios de radiocomunicaciones de acuerdo con las categorías: I. a título primario, es decir, el uso de bandas de frecuencia contará con protección contra interferencias perjudiciales; y, II. a título secundario, esto es, el uso de las bandas de frecuencia no debe causar interferencias perjudiciales a los servicios que se prestan mediante bandas de frecuencia otorgadas a título primario, ni podrán reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estas últimas.

Capítulo 1. Generalidades de la regulación internacional y la banda C

1.1 El espectro radioeléctrico

El espectro electromagnético representa la totalidad de la gama de frecuencias en las que puede manifestarse cualquier forma de energía electromagnética; en ese sentido, las ondas radioeléctricas son ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 3000 GHz y que se propagan por el espacio sin guía artificial².

La Ley define al espectro radioeléctrico como el espacio que permite la propagación, sin guía artificial, de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencia se fijan convencionalmente por debajo de 3000 GHz. Asimismo, conforme a la reglamentación internacional³, el espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, en las cuales se indican los símbolos y nombres de la gama correspondiente, así como el rango de la longitud de onda equivalente en metros y su subdivisión métrica, tal como se muestra en la Tabla 1.

Símbolos	Nombre	Gama de frecuencias	Subdivisión métrica
VLF	Very Low Frequency	3 a 30 kHz	Ondas miriámétricas (1 x 10 ⁴ m)
LF	Low Frequency	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas (1 x 10 ³ m)
MF	Medium Frequency	300 a 3 000 kHz	Ondas hectométricas (1 x 10 ² m)
HF	High Frequency	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas (1 x 10 ¹ m)
VHF	Very High Frequency	30 a 300 MHz	Ondas métricas (1 m)
UHF	Ultra High Frequency	300 a 3 000 MHz	Ondas decimétricas (1 x 10 ⁻¹ m)
SHF	Super High Frequency	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas (1 x 10 ⁻² m)
EHF	Extremely High Frequency	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas (1 x 10 ⁻³ m)
—	NA	300 a 3 000 GHz	Ondas decimilimétricas (1 x 10 ⁻⁴ m)

Tabla 1- Rangos de frecuencias

Ahora bien, el espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado cuya demanda es cada vez mayor debido al crecimiento del número de servicios de radiocomunicaciones y de los usuarios que los utilizan. Los avances tecnológicos y la demanda de los usuarios implican que las aplicaciones hagan un uso más amplio de este recurso; por tal motivo, se debe procurar un uso eficaz del espectro radioeléctrico, que permita la implementación de nuevas tecnologías en los sistemas de radiocomunicaciones y, en su caso, reduzca al mínimo las interferencias perjudiciales. Por estas razones, resulta necesario regular el uso de dicho recurso tanto a nivel global como nacional.

² Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5738653&fecha=10/09/2024#gsc.tab=0

³ Consultar Recomendación UIT-R V.431-8 "Nomenclatura de las bandas de frecuencias y de las longitudes de onda empleadas en telecomunicaciones". Disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/v/R-REC-V.431-8-201508-!!!PDF-S.pdf

1.2 Regulación internacional sobre el uso del espectro radioeléctrico

Para hacer uso del espectro radioeléctrico a través de servicios de radiocomunicaciones, es necesario observar en todo momento tanto la regulación internacional como la normativa aplicable en cada país. En el ámbito internacional, la entidad encargada de la regulación del espectro radioeléctrico es la UIT, organismo del sistema de las Naciones Unidas especializado en materia de telecomunicaciones, cuya operación se basa en la cooperación internacional entre los gobiernos (Estados Miembros) y el sector privado (Miembros de Sector, Asociados e Instituciones Académicas), buscando que las decisiones se adopten mediante consenso.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 1, numeral 1, incisos a) y b) de la Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, la UIT es el organismo internacional encargado de mantener y ampliar la cooperación internacional entre sus Estados Miembros para el mejoramiento y uso racional de toda clase de telecomunicaciones. Asimismo, tiene como finalidad impulsar el desarrollo de los medios técnicos y su explotación más eficiente, con objeto de aumentar el rendimiento de los servicios de telecomunicaciones, ampliar su uso y generalizar, en la medida de lo posible, su disponibilidad para el público.

Asimismo, conforme al mismo artículo 1, numeral 2, incisos a) y b), se establece que la UIT realiza la atribución de las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico y la adjudicación de frecuencias, además de llevar el registro de las asignaciones correspondientes a los servicios espaciales, así como de las posiciones orbitales geoestacionarias (POG) y las características de los satélites en otras órbitas no geoestacionarias, con el fin de evitar interferencias perjudiciales entre las estaciones de radiocomunicación de los diferentes países. De igual forma, la UIT coordina los esfuerzos para eliminar dichas interferencias y promueve una mejor utilización del espectro radioeléctrico y de las órbitas satelitales, tanto geoestacionarias como no geoestacionarias.

Como parte de la UIT se encuentra el sector UIT-R, responsable de la gestión del espectro radioeléctrico, cuyo órgano ejecutivo, la Oficina de Radiocomunicaciones (BR), tiene por misión garantizar una utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias y de las órbitas satelitales, así como realizar estudios y adoptar Recomendaciones en la materia, dentro de un marco de desarrollo armonizado.

Para el cumplimiento de su misión, las actividades del UIT-R se clasifican en cinco ámbitos principales⁴:

1. Establecimiento y actualización de la reglamentación internacional relativa al uso del espectro de frecuencias y de las órbitas satelitales, a través de instrumentos tales como:
 - Reglamento de Radiocomunicaciones (RR)
 - Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR)
 - Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones (RRB)
2. Adopción y aplicación de la reglamentación internacional sobre la utilización del espectro radioeléctrico y de las órbitas satelitales.
3. Formulación y actualización de Recomendaciones, informes y manuales de alcance mundial, orientados a promover una utilización más eficaz del espectro y de las órbitas, incluidas las prácticas idóneas para la gestión nacional del espectro.
4. Coordinación de los trabajos de las Comisiones de Estudio del UIT-R, entre las que se encuentran:
 - CE 1 - Gestión del espectro
 - CE 3 - Propagación de las ondas radioeléctricas
 - CE 4 - Servicios de satélite
 - CE 5 - Servicios terrenales
 - CE 6 - Servicios de radiodifusión
 - CE 7 - Servicios científicos
5. Provisión de información y asistencia a los Miembros del UIT-R en temas de radiocomunicaciones.

Por otra parte, la UIT, a través del UIT-R, se encarga de determinar la atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico e inscribir dichas atribuciones en el RR⁵. Este Reglamento es revisado cada tres o cuatro años por las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones

⁴ <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/itu-r-managing-the-radio-frequency-spectrum-for-the-world.aspx>

⁵ Artículo 13 de la Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

(CMR)⁶. La última revisión del RR fue realizada en la CMR-23, celebrada del 20 de noviembre al 15 de diciembre 2023. Las disposiciones revisadas por la CMR-23 e incluidas en la revisión del RR se encuentran en las Actas Finales, y en su mayoría, entraron en vigor el 1 de enero de 2025⁷.

1.3 Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

Como se ha mencionado, la UIT, a través del UIT-R, se encarga de la gestión del espectro radioeléctrico a nivel internacional. Para ello, cuenta con diversos instrumentos normativos que establecen las directrices aplicables, entre los cuales destaca el RR, que, según se indica en la página oficial de la UIT⁸ se describe de la siguiente forma:

"La gestión de frecuencias radioeléctricas a escala internacional se fundamenta en el Reglamento de Radiocomunicaciones, tratado internacional vinculante que determina cómo se comparte el espectro de frecuencias radioeléctricas entre los diferentes servicios y cómo se deben utilizar las órbitas de los satélites. El RR abarca los servicios de radiocomunicaciones fijo y móvil terrenal, los sistemas por satélite, la radiodifusión sonora y de televisión, la radionavegación, el análisis y la predicción meteorológicos, la investigación espacial, la exploración de la Tierra y el servicio de radioaficionados, y contiene más de 2300 páginas de textos y gráficos que especifican el modo de funcionamiento de los equipos y sistemas de forma armonizada en un espacio radioeléctrico cada vez más congestionado."

Por otra parte, debido a los avances tecnológicos y a la evolución constante de los servicios de radiocomunicaciones, es necesario revisar y actualizar el RR de manera periódica; esto se lleva a cabo a través de las CMR, en las cuales se analizan las atribuciones de determinadas porciones del espectro, así como los procedimientos de coordinación, notificación e inscripción de asignaciones de frecuencia, y las modificaciones a los distintos Planes, con el fin de facilitar la introducción de nuevos servicios y sistemas.

En dichas conferencias participan los gobiernos con el fin de negociar y aprobar las modificaciones al RR, a partir de estudios y debates desarrollados durante el periodo comprendido entre cada CMR. Este

⁶ La información de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones puede ser consultado en la página de la UIT: <https://www.itu.int/es/ITU-R/conferences/wrc/Pages/default.aspx>

⁷ Las Actas Finales de la CMR-23 pueden ser consultadas en la página de la UIT: <https://www.itu.int/hub/publication/r-act-wrc-16-2024/>

⁸ El RR de la UIT puede ser consultado en la página de la UIT <https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2024/#/es>

proceso preparatorio incluye análisis exhaustivos y discusiones entre todos los actores interesados (fabricantes, operadores, foros de la industria y usuarios del espectro), tanto a nivel nacional como regional y mundial. Todo ello busca alcanzar un equilibrio entre:

- La necesidad de armonización internacional (a fin de aprovechar economías de escala, garantizar la conectividad e interoperabilidad) y,
- La necesidad de flexibilidad, que permita incorporar nuevos sistemas, aplicaciones y tecnologías, sin comprometer la protección de los servicios de radiocomunicaciones existentes.

En ese sentido, el RR establece las disposiciones y procedimientos mediante los cuales las administraciones de los 193 Estados Miembros de la UIT pueden adquirir y ejercer los derechos sobre las bandas de frecuencia atribuidas, así como sus obligaciones correspondientes. Estos derechos pueden explotarse por terceros, como operadores de sistemas satelitales, mediante licencias emitidas por el gobierno correspondiente o por la autoridad designada para tal efecto.

En ese contexto, las Administraciones que buscan desplegar sistemas de radiocomunicaciones dentro de sus territorios deben observar en todo momento lo establecido en el RR, particularmente en lo relativo a la atribución,⁹ adjudicación,¹⁰ asignación¹¹ y registro¹² de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para los servicios de radiocomunicaciones que se pretendan cursar. El cumplimiento de estas disposiciones resulta esencial para asegurar el funcionamiento ordenado de los servicios y prevenir interferencias perjudiciales, tanto a nivel nacional como en relación con otras Administraciones.

1.4 Nomenclatura de las bandas de frecuencias

⁹ Conforme al numeral 1.16 del RR, "Atribución" (de una banda de frecuencias) se refiere a la Inscripción en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias, de una banda de frecuencias determinada, para que sea utilizada por uno o varios servicios de radiocomunicación terrenal o espacial o por el servicio de radioastronomía en condiciones especificadas.

¹⁰ Conforme al numeral 1.17 del RR "Adjudicación" (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico) se refiere a: Inscripción de un canal determinado en un plan, adoptado por una conferencia competente, para ser utilizado por una o varias administraciones para un servicio de radiocomunicación terrenal o espacial en uno o varios países o zonas geográficas determinados y según condiciones especificadas.

¹¹ Conforme al numeral 1.18 del RR "Asignación" (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico) se refiere a: Autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

¹² Se refiere al *Master International Register Frecuencias* – MIRF, por sus siglas en inglés.

La Recomendación UIT-R V.431-8¹³ “*Nomenclatura de las bandas de frecuencias y de las longitudes de onda empleadas en telecomunicaciones*”, indica en su Recomendación 2, Nota 5, que ciertas bandas de frecuencias se designan mediante letras mayúsculas, en algunos casos acompañadas de un índice en minúscula, y señala que actualmente no existe una correspondencia normalizada entre dichas letras y los rangos de frecuencia. No obstante, en el Cuadro 4 de dicha Recomendación, con carácter informativo, se presentan algunas de las designaciones más utilizadas por diversos autores, principalmente en el ámbito de las radiocomunicaciones espaciales, como se muestra a continuación:

Símbolo	Radiocomunicaciones espaciales	
	Designación nominal	Ejemplos (GHz)
L	Banda de 1.5 GHz	1.525-1.710
S	Banda de 2.5 GHz	2.5-2.69
C	Banda de 4/6 GHz	3.4 - 4.2 4.5 - 4.8 5.85 - 7.075
Ku	Banda de 11/14 GHz Banda de 12/14 GHz	10.7 - 13.25 14.0 - 14.5
K	Banda de 20 GHz	17.7 - 20.2
Ka	Banda de 30 GHz	27.5 - 30.0
V	Banda de 40 GHz	37.5 - 42.5 47.2 - 50.2

Tabla 2- Nomenclatura bandas de frecuencias

En ese sentido, la UIT identifica la banda de 4/6 GHz como Banda C, la cual comprende tres segmentos: 3400 - 4200 MHz, 4500 - 4800 MHz y 5850 - 7075 MHz. No obstante, en el presente estudio únicamente se analiza el segmento comprendido entre 3700 - 4200 MHz, en virtud de que en dicho rango también se ha centrado principalmente el debate nacional e internacional sobre la coexistencia y uso entre el SFS e IMT.

1.5 Atribución de la Banda C (3700 – 4200 MHz)

Desde el punto de vista de la atribución de las bandas de frecuencias, la UIT en el RR ha dividido al mundo en tres regiones a saber:

¹³ Recomendación UIT-R V.431-8-UIT (08/2015) consultable en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-V.431-8-201508-I/es>

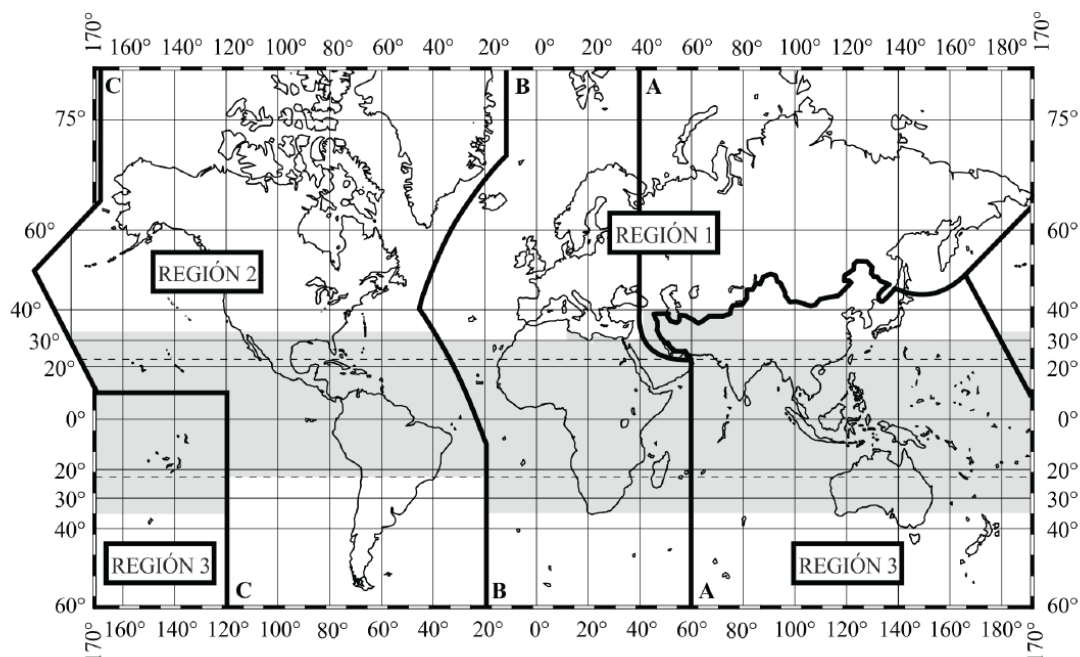


Ilustración 1-Regiones para la atribución de bandas de frecuencias

Región 1: zona limitada al este por la línea A (cuyas coordenadas se definen más adelante) y al oeste por la línea B, con excepción del territorio de la República Islámica de Irán situado dentro de esos límites. Esta región comprende también la totalidad de los territorios de Armenia, Azerbaiyán, Federación de Rusia, Georgia, Kazajistán, Mongolia, Uzbekistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán, Turquía y Ucrania, así como la zona al norte de la Federación de Rusia ubicada entre las líneas A y C.

Región 2: zona limitada al este por la línea B y al oeste por la línea C.

Región 3: zona limitada al este por la línea C y al oeste por la línea A, con excepción de los territorios expresamente comprendidos en las regiones 1 y 2. Incluye, entre otros, parte del territorio de la República Islámica de Irán situada fuera de dichos límites.

Conforme al RR (edición 2020), la Banda C se encuentra atribuida por región como se indica en la tabla siguiente:

Atribución a los servicios		
Región 1	Región 2	Región 3
3 600-4 200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil	3700 – 4200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico	

Tabla 3.- Atribución de la Banda C en el RR edición 2020

De lo anterior, se observa que la Banda C está atribuida, en las tres regiones, a título primario al SF, al SFS (espacio-Tierra) y al SM, salvo móvil aeronáutico (en el caso de las regiones 2 y 3).

El RR (edición 2024) introdujo modificaciones relevantes a dicha atribución, las cuales se presentan a continuación:

Atribución a los servicios		
Región 1	Región 2	Región 3
3 600 - 3 800 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.433B 5.434A 5.434B 5.435A		
3800 – 4200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil	3700 – 4200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.435B	

Tabla 4.-Atribución de la Banda C en el RR edición 2024

De lo anterior, destaca la inclusión de las notas 5.434B y 5.435B al cuadro de atribución de frecuencias del RR, mediante las cuales se introduce una identificación específica del uso de segmentos de la Banda C para Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT), como se indica a continuación:

*“ **5.434B** En Argelia, Arabia Saudita, Azerbaiyán, Bahrein, Belarús, Benin, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Centroafricana (República), Comoras, Congo (República del), Côte d'Ivoire, Djibouti, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Eswatini, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Iraq, Jordania, Kazajstán, Kenya, Kuwait, Líbano, Liberia, Libia, Madagascar, Malí, Marruecos, Mauricio, Mauritania, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, Omán, Uganda, Uzbekistán, Palestina*, Qatar, República Árabe Siria, República Democrática del Congo, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudán, Sudáfrica, Tanzania, Chad, Togo, Túnez, Yemen, Zambia y Zimbabwe, la banda de frecuencias 3 600-3 800 MHz **está identificada para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT)**. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de los servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento*

*De conformidad con la Resolución 99 (Rev. Dubái, 2018) de la Conferencia de Plenipotenciarios y habida cuenta del Acuerdo provisional entre Israel y Palestina de 28 de septiembre de 1995.

de Radiocomunicaciones. Serán de aplicación las condiciones del número **5.434A**. (CMR-23)

(...)

5.435B En las Bahamas, Belice, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Estados Unidos, Guatemala, los Departamentos y colectividades franceses de Ultramar de la Región 2, Groenlandia, los países y territorios de ultramar del Reino de los Países Bajos situados en la Región 2, Paraguay, Perú, Trinidad y Tabago y Uruguay, la banda de frecuencias 3 700 3 800 MHz está identificada para su utilización por cualquiera de estas Administraciones que desee **implementar las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT)**. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de los servicios a los que está atribuida, y no establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Las administraciones que deseen implementar las IMT deberán obtener el acuerdo de los países vecinos para garantizar la protección del servicio fijo por satélite (espacio-Tierra). (CMR-23)”

De las notas anteriores se advierte que, entre la edición 2020 y la edición 2024 del RR, se introdujeron cambios relevantes respecto del uso de la Banda C objeto de estudio, toda vez que en la Región 1 el segmento 3700 - 3800 MHz fue identificado para las IMT por un conjunto de países, y, de manera similar, en la Región 2 algunas Administraciones identificaron parte de la Banda C para su utilización en la implementación de IMT.

Capítulo 2. La Banda C y su uso.

El análisis de la Banda C exige una comprensión integral que combine aspectos técnicos (propagación, eficiencia espectral, interferencias perjudiciales, compartición de espectro) con principios jurídicos vinculados a la atribución, el licenciamiento y la protección de las licencias otorgadas. Tradicionalmente utilizada para servicios satelitales de alta disponibilidad, esta banda ha despertado un creciente interés por parte de los operadores móviles, debido a su idoneidad para el despliegue de tecnologías como 5G. En ese sentido, el presente capítulo examina la Banda C desde una perspectiva interdisciplinaria, abordando sus características técnicas, usos actuales y principales aplicaciones. Cabe señalar que la consideración de datos sobre la penetración del SFS en México permitiría dimensionar con mayor detalle las posibles afectaciones derivadas de una eventual

asignación de espectro para IMT, aspecto que se debe considerar en futuros análisis.

2.1 Características de la Banda C

La Banda C se caracteriza por ofrecer un equilibrio óptimo entre alcance y capacidad, proporcionando una mayor cobertura que las bandas altas (por encima de 24 GHz), al tiempo que mantiene velocidades en el rango de gigabit por segundo. Debido a este balance técnico, se ha convertido en una banda particularmente adecuada para servicios terrestres como es el caso del despliegue de redes 5G, ya que permite combinar eficiencia espectral con buena penetración y estabilidad de señal.

Más específicamente, desde el punto de vista de la propagación de las señales, la Banda C presenta una serie de características técnicas que favorecen su utilización en servicios de radiocomunicaciones, entre las que destacan:

- **Propagación de la señal:** presenta una buena capacidad de penetración a través de la atmósfera y de las precipitaciones, lo que la hace menos susceptible a la atenuación por lluvia (rain fade) en comparación con bandas de frecuencia más altas.
- **Cobertura:** permite una cobertura amplia y estable, por lo que resulta adecuada para aplicaciones que requieren fiabilidad en grandes extensiones geográficas (por ejemplo, transmisión de televisión y radio).
- **Capacidad de Datos:** puede manejar grandes volúmenes de información con una elevada eficiencia espectral y, a diferencia de las bandas mayores, mantiene esa capacidad incluso en presencia de fenómenos ambientales como lluvia, nieve, niebla, nubes o gases atmosféricos.
- **Interferencia:** es menos vulnerable a interferencias atmosféricas y ambientales en comparación con las bandas de frecuencia superiores.

La Banda C, al estar incluida dentro de las bandas de microondas del espectro radioeléctrico, ofrece un equilibrio notable entre propagación eficiente y capacidad de transmisión de datos, lo que la convierte en una opción idónea para servicios de telecomunicaciones críticos. Asimismo, se distingue por su resistencia a la atenuación por lluvia y por permitir enlaces

de línea de vista estables, incluso en zonas rurales o de difícil acceso, lo que favorece su utilización para enlaces satelitales y redes de transporte.

2.2. Servicios y sistemas en la Banda C

Tomando en consideración las atribuciones de servicio aplicables a la Banda C, en esta sección se presenta información relativa a los servicios de radiocomunicaciones a los que se encuentra atribuida dicha banda, así como a los sistemas que actualmente hacen uso de ella.

2.2.1. Servicio fijo por satélite

De conformidad con el RR el SFS se define como:

“ 1.21 servicio fijo por satélite: Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites; el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, este servicio incluye enlaces entre satélites que pueden realizarse también dentro del servicio entre satélites; el servicio fijo por satélite puede también incluir enlaces de conexión para otros servicios de radiocomunicación espacial.”

Los enlaces satelitales comprenden la transmisión desde una estación terrena hacia un satélite (enlace ascendente) y la retransmisión desde el satélite hacia una o varias estaciones terrenas receptoras (enlace descendente). Dado que este tipo de enlaces requiere altas capacidades de canal, y por ende anchos de banda significativos, se emplean frecuencias elevadas, las cuales se utilizan conforme a las atribuciones del espectro radioeléctrico establecidas en los cuadros nacionales de atribución y armonizadas con el RR.

A través de estos enlaces es posible cursar distintos tipos de tráfico, tales como telefonía, datos, video y audio, incluyendo configuraciones integradas propias de las redes digitales de servicios integrados. De esta forma, el SFS permite una amplia gama de aplicaciones, entre las que destacan: enseñanza a distancia, telemedicina, servicios de acceso universal, redes de retorno (telefonía o Internet), redes VSAT (por ejemplo, para transacciones bancarias o redes corporativas), distribución de programas de televisión, enlaces de conexión del SMS y enlaces de emergencia, incluidos los servicios de recuperación en caso de desastre y el seguimiento meteorológico. Todas estas aplicaciones requieren alta

fiabilidad y amplia cobertura geográfica, elementos que pueden ser proporcionados por la Banda C.

Asimismo, de acuerdo con el Reporte IUT-R S.2368¹⁴ de la UIT, la Banda C ha sido utilizada por el SFS desde alrededor de 1970, y continúa utilizándose ampliamente debido a la madurez tecnológica alcanzada y a la disponibilidad de equipos a bajo costo. Ello se debe a que esta banda presenta una baja absorción atmosférica y una escasa atenuación por lluvia, lo que posibilita enlaces espacio-Tierra altamente confiables y la implementación de coberturas amplias, convirtiendo a los sistemas satelitales en un componente esencial de la infraestructura de telecomunicaciones en numerosos países.

2.2.1.1. Principales empresas satelitales que hacen uso de la banda C (Intelsat, SES, Eutelsat)

La Banda C continúa siendo utilizada por diversos operadores satelitales como Intelsat, SES y Eutelsat para la prestación del SFS, particularmente en aplicaciones de radiodifusión¹⁵ y telecomunicaciones que requieren alta confiabilidad y amplia cobertura.

Por ejemplo, SES opera una flota global integrada por 43 satélites geoestacionarios y 26 no geoestacionarios, empleando principalmente las bandas C, Ku y Ka para garantizar continuidad en mercados estratégicos. Asimismo, en respuesta a iniciativas regulatorias como las de la FCC de los Estados Unidos, estas empresas, junto con Telesat, integraron la llamada C-Band Alliance (CBA), con el objeto de facilitar la liberación parcial de la Banda C para sistemas móviles 5G, sin poner en riesgo las redes satelitales de distribución de contenido.

Como resultado de este proceso, Intelsat, SES y Eutelsat recibieron compensaciones económicas por llevar a cabo la migración de la porción de la capacidad del segmento 3700-3980 MHz hacia la parte superior de la banda (4000-4200 MHz) y de manera complementaria, migraron parte de su capacidad a bandas adyacentes como Ku y Ka.

¹⁴ Report ITU-R S.2368-0, *Sharing studies between International Mobile Telecommunication-Advanced systems and geostationary satellite networks in the fixed-satellite service in the 3 400-4 200 MHz and 4 500-4 800 MHz frequency bands in the WRC study cycle leading to WRC-15*. UIT Consultable en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-S.2368-2015-PDF-E.pdf

¹⁵ Nota: La distribución de señales de radiodifusión en Banda C se realiza a través del SFS, que se emplea para transportar contenidos audiovisuales hasta televisoras y cabeceras de red. Este uso debe distinguirse del Servicio de Radiodifusión por Satélite, asociado a la transmisión directa al usuario final y típicamente desplegado en otras bandas de frecuencia, como Ku o Ka.

En el plano nacional, Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (Satmex), actualmente Eutelsat Américas, ha operado servicios en Banda C desde la POG 113.0° Oeste. Esta posición fue objeto de prórroga el 26 de mayo de 2011, cuando la entonces Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Secretaría) otorgó a Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. la prórroga de la Concesión para ocupar la POG 113.0° Oeste, con derecho exclusivo de explotación de las frecuencias en Banda C (3700 - 4200 MHz, enlace descendente, y 5925 - 6425 MHz, enlace ascendente), así como de aquellas asociadas en Banda Ku. Esta concesión tiene una vigencia de 20 años, contados a partir del 24 de octubre de 2017, y permite la prestación de servicios de capacidad satelital a concesionarios, comercializadoras autorizadas y estaciones terrenas en el territorio nacional.

Ahora bien, Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. solicitó al Instituto la aprobación del plan de reemplazo para la POG 113.0° Oeste, indicando especificaciones, características técnicas y vida útil nominal del satélite de reemplazo, las medidas y acciones para garantizar la continuidad en la prestación de los servicios comprendidos en la Concesión, así como las acciones para la desorbitación del satélite a reemplazar. En dicho plan de reemplazo Eutelsat Américas informó que el satélite sustituto no incorporará capacidad en Banda C estándar (3700–4200 MHz y 5925–6425 MHz), previendo que el uso de dicha banda para servicios satelitales se irá restringiendo en los próximos 10 a 15 años como resultado del despliegue de redes móviles terrestres en ese rango del espectro.

No obstante, la empresa manifestó que continuará prestando servicios en Banda C a través de otras dos posiciones orbitales geoestacionarias con expediente mexicano (114.9° Oeste y 116.8° Oeste), mientras lo permita la vida útil de los satélites correspondientes.

Esta situación ha generado una preocupación en torno a la continuidad del recurso órbita-espectro asociado a la POG 113.0° Oeste, en particular respecto de qué operador asumirá su futura operación en Banda C y desde qué plataforma orbital, a fin de garantizar los servicios satelitales estratégicos, especialmente aquellos utilizados por entidades públicas y usuarios ubicados en zonas sin cobertura terrestre.

2.2.2. Servicio móvil

Conforme al RR el SM se define como:

*"1.24 servicio móvil: Servicio de radiocomunicación entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles."*¹⁶

En este contexto, las IMT corresponden a sistemas móviles de alta calidad, cuyas velocidades de transmisión permiten ofrecer una amplia gama de aplicaciones de banda ancha móvil. La UIT, en la Recomendación UIT-R M.1224¹⁷, define las IMT como:

"Sistemas móviles que ofrecen acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación y, en particular, a servicios móviles avanzados, soportados por redes móviles y fijas que, cada vez más, utilizan tecnología de paquetes"

Los sistemas IMT soportan aplicaciones de baja a alta movilidad y diversas velocidades de transferencia de datos, de acuerdo con las necesidades de los usuarios y los diferentes entornos de operación. Asimismo, permiten aplicaciones multimedia de alta calidad a través de múltiples plataformas y ofrecen mejoras significativas en términos de rendimiento y calidad de servicio.¹⁸

A medida que han surgido nuevas tecnologías y requerimientos, el UIT-R ha desarrollado distintos conjuntos de definiciones y requisitos para las IMT: inicialmente a través de las IMT-2000 (tercera generación), posteriormente con las IMT-Avanzadas (cuarta generación), y recientemente mediante las IMT-2020, orientadas a soportar los sistemas 5G. Estas últimas incorporan capacidades sensiblemente superiores, tales como mayores velocidades de datos, mejor eficiencia espectral, menor latencia y mayor movilidad, entre otras.

Las bandas de frecuencia comprendidas entre 1 GHz y 6 GHz brindan un equilibrio adecuado entre cobertura y capacidad, por lo que resultan adecuadas para atender el crecimiento de tráfico de datos y video, al tiempo que permiten el despliegue de nuevas tecnologías compatibles con las bandas actualmente atribuidas a los servicios móviles.

En este sentido, el ancho de banda disponible en la Banda C representa una oportunidad para la implementación de sistemas IMT-Avanzados y IMT-

¹⁶ Es una definición que proviene del "Anexo al Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (Ginebra, 1992)

¹⁷ Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT): [RECOMENDACIÓN UIT-R M.1224-1 - Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales \(IMT\)](#)

¹⁸ Recomendación UIT-R M.1224-1 "Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT)". Serie M, Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos. 2013. Disponible en el siguiente enlace: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-!!PDF-S.pdf

2020, ya que permite una capacidad significativa de transmisión, de conformidad con los requisitos establecidos por el UIT-R (véase el Informe UIT-R M.2078¹⁹). El uso de estos segmentos facilita, además, la convergencia entre sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha y redes celulares, particularmente en los países que ya han identificado porciones del rango 3400 - 4200 MHz para usos móviles.

Adicionalmente, dichas bandas permiten el empleo de antenas más compactas en terminales y estaciones base, en comparación con generaciones anteriores, favoreciendo la implementación de técnicas de antenas múltiples con alta eficiencia espectral; esta característica resulta aún más relevante en bandas de frecuencia superiores.

2.3. Casos de uso

En el marco del SFS, la Banda C ha sido utilizada para cursar diversos servicios de telecomunicaciones, entre los que se incluyen acceso a Internet, enlaces punto a multipunto, recopilación de noticias por satélite, televisión, distribución de contenidos a través de sistemas SMATV, servicios de difusión directa al hogar (DTH) y comunicaciones de emergencia en caso de desastre. Asimismo, distintos gobiernos y organismos internacionales emplean esta banda; un ejemplo de ello es la Organización Meteorológica Mundial, que utiliza sistemas satelitales comerciales en Banda C para la distribución de datos meteorológicos.

Según información publicada por la UIT²⁰, actualmente existen alrededor de 160 satélites geoestacionarios que emplean frecuencias de la Banda C en el enlace descendente, lo que representa más de 3000 transpondedores de 36 MHz cada uno, equivalentes a un potencial de transmisión de aproximadamente 180 Gbit/s de forma simultánea.

A lo largo de su evolución, la Banda C se ha consolidado como una de las más empleadas en el ámbito satelital, fundamentalmente dentro del SFS, gracias a su capacidad para proporcionar enlaces altamente confiables, con mínima atenuación por lluvia y bajas pérdidas atmosféricas. Esta estabilidad en la propagación también ha favorecido su uso en sistemas meteorológicos y en la operación de redes de telecomunicaciones críticas a nivel mundial.

¹⁹ INFORME UIT-R M.2078-Estimación de los requisitos de anchura de banda de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2078-2006-PDF-S.pdf

²⁰ Los operadores de satélites en contra de la utilización móvil de la banda C: <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2007&issue=08&ipage=C-band#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20hay%20unos%20160%20sat%C3%A9lites%20en,de%20unos%20180%20Gbit%2Fs%20en%20el%20mismo%20momento.>

De acuerdo con el Reporte UIT-R S.2368, la Banda C es particularmente adecuada para la distribución satelital de señales de televisión abierta, radio y otros servicios como la transmisión de datos de antenas maestras, distribución de datos meteorológicos, enlaces punto a multipunto, ya que permite la recepción a través de estaciones terrenas ubicadas en zonas rurales o apartadas sin que la señal se degrade severamente por efectos atmosféricos.

No obstante, el desarrollo acelerado de las telecomunicaciones móviles ha llevado a que diversas administraciones consideren la reatribución parcial de la Banda C y segmentos adyacentes para la implementación de sistemas IMT, en particular en los rangos 3400 - 3600 MHz y 3700 - 4200 MHz. Esta medida responde a la creciente demanda de espectro para redes 5G, ya que dichas frecuencias ofrecen un equilibrio adecuado entre cobertura y capacidad, y permiten obtener una mayor eficiencia espectral, menor latencia y mayores velocidades de transmisión en comparación con generaciones anteriores.

Sin embargo, la coexistencia de servicios satelitales y móviles en la Banda C plantea importantes desafíos técnicos y regulatorios. La introducción de sistemas IMT en segmentos tradicionalmente utilizados por el SFS podría generar interferencias perjudiciales, en particular en estaciones terrenas receptoras que operan con niveles bajos de relación señal-a-ruido (S/N). Para mitigar estos efectos, algunas administraciones han adoptado medidas tales como: separación espectral, establecimiento de zonas de protección para estaciones críticas, y límites estrictos de emisión para las redes móviles.

En este contexto, la planificación del espectro en la Banda C debe desarrollarse bajo un enfoque equilibrado que garantice la continuidad de los servicios satelitales esenciales, sin limitar el despliegue de nuevas redes móviles. La armonización internacional y la cooperación entre organismos reguladores, operadores satelitales y proveedores móviles son factores fundamentales para optimizar el uso del espectro y evitar interferencias perjudiciales entre ambos servicios.

Capítulo 3. Importancia de la banda C, análisis internacional del uso actual, atribución y políticas implementadas

El presente capítulo expone la importancia que representa el uso de la Banda C en materia económica, así como la atribución de dicha banda de conformidad con los cuadros nacionales de atribución de frecuencias de

diferentes países, agrupados por región en términos del RR. Para efectos de este análisis únicamente se considera el rango de 3700 - 4200 MHz correspondiente a la Banda C. De igual forma, se revisan los planes, políticas públicas y regulatorias aplicables a esta banda, incluyendo los procesos de licitación de espectro que diversas Administraciones han llevado a cabo.

3.1 Importancia de la banda C desde el punto de vista económico.

La demanda de servicios móviles y tráfico de datos sigue creciendo a un ritmo acelerado. Desde una perspectiva económica, debe recordarse que el espectro radioeléctrico es un recurso finito, por lo que el objetivo de su asignación es maximizar la eficiencia en su utilización. En el caso del servicio móvil, para satisfacer esta demanda creciente es probable que los operadores requieran acceso a espectro adicional, lo que implica evaluar el balance entre los beneficios para los usuarios y los costos de oportunidad asociados al uso del espectro por otros servicios.

Como se mencionó previamente, la Banda C se utiliza ampliamente en el SFS debido a su elevada disponibilidad, así como a su capacidad para cubrir grandes extensiones territoriales incluso bajo condiciones climáticas adversas. No obstante, este segmento del espectro no sólo tiene importancia desde un punto de vista técnico u operativo, sino que también representa un recurso económico estratégico, cuya asignación o eventual reasignación puede generar efectos directos tanto en los ingresos públicos como en la evolución del mercado de telecomunicaciones. En efecto, varios países han optado por licitar porciones específicas de la Banda C, particularmente cuando han decidido destinar parte de este segmento a sistemas móviles terrestres, combinando así criterios de maximización del bienestar social con mecanismos de recuperación del valor económico del espectro.

Bajo esa perspectiva, resulta relevante determinar cuál es la forma más eficiente de asignar el espectro, considerando los costos y beneficios para la industria y los usuarios finales. Algunos países, como Australia e Indonesia, han realizado análisis económicos de valor agregado bruto para evaluar los beneficios netos (beneficios menos costos) de la reasignación de la Banda C. Estos análisis se sustentan en dos supuestos principales:

- El espectro de la Banda C se utilizará de manera similar a como actualmente lo utilizan los operadores móviles en la banda de 2.6 GHz, es decir, para desplegar redes de capacidad adicional en zonas urbanas densamente pobladas, lo que permitiría satisfacer la demanda futura de datos a costos más bajos.

- La evaluación de los costos y beneficios asociados a los servicios satelitales que hoy operan en la Banda C, frente a la convivencia con servicios móviles terrestres o la reasignación de dichos servicios satelitales a otras bandas (como Ku o Ka), tal como se ha hecho en diversos países.

Con base en estas estimaciones es posible evaluar el impacto en los ingresos y el empleo, particularmente los ingresos que el gobierno podría obtener por contraprestaciones e impuestos, así como la creación de empleos derivada del uso del espectro.

En un escenario de acceso de los operadores móviles a la Banda C, los costos marginales de dichos operadores disminuirían dentro de un mercado competitivo, lo que se traduciría en precios más bajos y una mayor cantidad o calidad de servicios para los usuarios finales, generando efectos positivos adicionales sobre el bienestar social. Incluso, se prevé que los beneficios económicos asociados al uso de la Banda C para 5G se extiendan a la cadena de valor del sector móvil y, en general, a la economía nacional.

Adicionalmente, es importante considerar el valor de oportunidad que representa la Banda C dentro del mercado del espectro. Mantener íntegramente esta banda reservada al SFS puede implicar la renuncia a beneficios sociales y económicos que se derivan del uso móvil, particularmente en un contexto en el que muchas otras bandas ya se encuentran altamente utilizadas o saturadas. En ese sentido, el análisis económico de la Banda C no sólo debe tomar en cuenta la recaudación por contraprestaciones, sino también los efectos indirectos que el despliegue de redes móviles 5G genera sobre otros sectores productivos.

De acuerdo con el Informe UIT-R SM.2012-6 "Aspectos económicos de la gestión del espectro"²¹, el espectro radioeléctrico es un recurso finito de propiedad estatal, cuya administración debe orientarse a garantizar un uso eficiente y socialmente beneficioso. El documento establece que, en su calidad de titular del espectro, el Estado está plenamente legitimado para exigir pagos por el uso del recurso y aplicar mecanismos económicos que reflejen su valor real de mercado, tales como tasas, derechos o subastas de espectro. La UIT enfatiza que estos mecanismos resultan especialmente útiles cuando existe más de un interesado por una misma banda, ya que permiten

²¹ Consultable en:

https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Fdms_pub%2Fitu-r%2Fopb%2Frep%2FR-REP-SM.2012-6-2018-MSW-S.docx&wdOrigin=BROWSELINK

asignarla de manera transparente y, al mismo tiempo, evitar que su utilización quede subvalorada o infrautilizada.

La experiencia internacional muestra que los beneficios más relevantes no provienen únicamente de la asignación del espectro, sino del efecto multiplicador que se produce cuando el uso de la banda facilita la digitalización de sectores como el comercio, la salud, la educación, la movilidad urbana o los servicios financieros.

Por ejemplo, en Estados Unidos, estudios económicos realizados por organizaciones como NERA²² (Economics Experts Experience) y The Brattle Group²³ han mostrado que la reasignación de bandas medias puede generar beneficios que superan el monto recaudado por el otorgamiento de licencias. En particular, se ha estimado que cada dólar recaudado por el uso de espectro en bandas medias puede generar entre 0.9 y 1.35 dólares adicionales de beneficio para los usuarios finales, en forma de superávit del consumidor y mejoras en productividad, mientras que los modelos de uso compartido o reubicación gradual pueden generar beneficios netos del orden de decenas de miles de millones de dólares, al facilitar el despliegue de redes 5G y habilitar nuevos servicios digitales.

En distintos contextos, las políticas públicas sobre espectro han privilegiado la armonización regional y la coexistencia entre servicios como estrategia para maximizar el beneficio social. Por ejemplo, la OCDE señala que la coordinación de bandas entre países genera economías de escala, elevando el valor marginal del espectro y reduciendo los costos de despliegue²⁴. Según estimaciones del sector, la disponibilidad de espectro de banda media, como la que abarca la Banda C, podría impulsar en 2030 un incremento de más de USD 610 mil millones en PIB, equivalentes al 65 % del valor económico total esperado del 5G²⁵. Esta evidencia refuerza el argumento de que modelos híbridos o coordinados de asignación, que balancean el uso satelital con aplicaciones móviles, optimizan el uso del espectro, capturan externalidades positivas (como generación de empleo o innovación) y evitan pérdidas de competitividad asociadas a decisiones aisladas.

²² Consultable en: <https://api.ctia.org/wp-content/uploads/2025/01/The-economic-impact-of-allocating-mid-band-spectrum-to-mobile.pdf>

²³ Consultable en: <https://spectrumfuture.com/new-study-spectrum-sharing-key-to-maximizing-value/>

²⁴ Consultable en: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/07/the-road-to-5g-networks_057e02f4/2f880843-en.pdf

²⁵ Consultable en: <https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2024/12/Mid-band-5G-Spectrum-Benefits.pdf>

En este escenario, el mayor desafío no es únicamente asignar la banda, sino definir un esquema de coexistencia o transición que permita capturar los beneficios potenciales de servicios móviles, sin comprometer el funcionamiento de los servicios satelitales que actualmente dependen de esta banda. Por esa razón, muchos países han optado por procesos graduales que incluyen compensaciones por reubicación, zonas de protección, y planes coordinados con la industria satelital, de forma que el costo de transición no supere los beneficios derivados de la reasignación.

3.2 Análisis internacional del uso actual, atribución, políticas implementadas y mecanismo de asignación.

3.2.1 Región 1.

En Europa, la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT), a través del Comité de Comunicaciones Electrónicas (ECC), reúne a 46 países con el objeto de desarrollar políticas y regulaciones comunes en materia de comunicaciones electrónicas, así como de facilitar la coordinación del uso del espectro radioeléctrico y las órbitas satelitales en la región. Asimismo, la CEPT/ECC actúa como interlocutor ante la UIT y otros organismos internacionales para representar los intereses europeos en materia de comunicaciones.

En ese marco, la CEPT/ECC ha desarrollado la European Common Allocations (ECA)²⁶ mediante el cual se armonizan las atribuciones y aplicaciones de las bandas de frecuencia dentro de la región. En el caso específico de la banda 3600 - 4200 MHz, la armonización regional es la siguiente:

Banda de frecuencias	Atribución	Aplicaciones
3600-4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL	- Estaciones terrenas a bordo de buques (Earth Stations on-board Vessels, ESV por sus siglas en inglés) - Estaciones terrenas del SFS - Redes de comunicación móvil/fijo las cuales incluyen IMT (mobile/fixed communications networks, MFCN por sus siglas en inglés) - Aplicaciones UWB (Ultra wide band)

Tabla 5. Atribuciones de la banda de frecuencias 3600-4200 MHz.

En el seno de la CEPT/ECC, el grupo de trabajo FM 60 tiene como objetivo desarrollar una disposición armonizada de frecuencias y establecer condiciones técnicas comunes (menos restrictivas) que permitan el uso compartido de la banda 3800 - 4200 MHz por sistemas inalámbricos de

²⁶ Consultable en: <https://docdb.cept.org/download/4468>

banda ancha de potencia baja/media (WBB-LMP), garantizando al mismo tiempo la protección de los usos existentes dentro de la banda y en las bandas adyacentes, así como la coordinación transfronteriza.

Actualmente, dicho grupo trabaja en una Recomendación destinada a ofrecer a las Administraciones mecanismos específicos para abordar la coexistencia entre sistemas WBB-LMP en 3800 - 4200 MHz y radioaltímetros en la banda 4200 - 4400 MHz.

Por otra parte, si bien en los países de la CEPT las estaciones terrenas del SFS han operado tradicionalmente en la banda 3600 - 4200 MHz, la introducción del 5G en el tramo 3400 - 3800 MHz llevó a la CEPT/ECC a emitir la Decisión ECC (11)06²⁷ en la que invita a las Administraciones que deseen implementar IMT a considerar la reubicación de las estaciones terrenas que operan en esa banda y, en su lugar, utilizar bandas superiores a 3800 MHz para el SFS, al concluir que la compartición co-canal entre SFS e IMT no es posible en la misma área geográfica.

Finalmente, si bien existen importantes esfuerzos a nivel regional para armonizar el uso del espectro, debe resaltarse que cada país ejerce su soberanía sobre la gestión del espectro radioeléctrico, por lo que sus decisiones no siempre coinciden con las definiciones regionales. En este sentido, a continuación se presentan los cuadros nacionales de atribuciones de algunos países que integran la Región 1, con el fin de ilustrar las particularidades y diferencias existentes en su asignación y uso de la Banda C.

Alemania

De acuerdo con el Frequenzplan 2022²⁸, publicado por la Agencia Federal de Redes (*Bundesnetzagentur*) la Banda C presenta la siguiente atribución:

Frecuencia	Atribución
3600 – 3800 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico
3800 – 4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico

²⁷ Decisión ECC (11)06 *Harmonise frequency arrangements and least restrictive technical conditions (LRTC) for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the band 3400-3800 MHz*. Consultable en:

<https://docdb.cept.org/download/1531>

²⁸ Consultable en:

https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/20210114_frequenzplan.pdf

Tabla 6. Atribución de la banda C en Alemania.
Fuente: Frequenzplan 2022.

De lo anterior se desprende que la Banda C está atribuida a título primario a los servicios SF, SFS y SM, salvo móvil aeronáutico. Cabe señalar que el segmento 3700 – 3800 MHz de la Banda C fue reservado por Alemania para su uso por el sector público y privado en la construcción de redes privadas²⁹. Asimismo, dicho segmento se estudia para el uso de drones por parte de autoridades y organismos con funciones de seguridad, estando por el momento excluido de aplicaciones regionales.

En el caso de Alemania, la administración optó por una combinación de asignación mediante solicitudes y subastas, dependiendo del tipo de demanda. Para usos locales e industriales de la Banda C (principalmente redes privadas en el rango 3700 – 3800 MHz), la *Bundesnetzagentur* adoptó un esquema de asignación directa con tarifa regulada, aplicable únicamente a operadores con cobertura limitada geográficamente (por ejemplo, campus industriales, empresas de manufactura o entidades públicas). La tarifa se define mediante una fórmula que considera el ancho de banda solicitado, la duración de la autorización y la superficie de cobertura, distinguiendo entre áreas de asentamiento y zonas rurales:

$$\text{Tarifa} = 1,000 + B \times t \times 5 \times (6A1 + A2)$$

En donde:

B = ancho de banda en MHz (mínimo 10 MHz, máximo 100 MHz)

t = plazo en años

$A1/A2$ = superficie en km²

A diferencia de ese mecanismo local, Alemania también utilizó un procedimiento de subasta para el mismo rango de frecuencias. En junio de 2019 se llevó a cabo una subasta en la que resultaron ganadoras las empresas *Deutsche Telekom*, *Telefónica*, *Vodafone* y *1&1 Drillisch* para el segmento 3700 – 3800 MHz³⁰.

Este esquema permite ajustar el valor económico del espectro al tamaño y localización del área cubierta, incentivando un uso más eficiente del recurso

²⁹ Véase “Informe de Actividades 2022-2023” de la Agencia Federal de Redes alemana. Diciembre 2023.

Consultable en:

<https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Taetigkeitsberichte/2023/taetigkeitsberichttk20222023.pdf>

³⁰ Consultable en: <https://nrl.northumbria.ac.uk/id/eprint/51181/1/dprg-08-2022-0090.pdf>

y evitando que redes de pequeña escala paguen tarifas similares a las de operadores nacionales.

Austria

El Ministerio Federal de Transportes, Innovación y Tecnología de Austria (del alemán *Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie*) publicó el Cuadro Nacional de Frecuencias 2023, en el cual se atribuye la Banda C al SFS a título primario en dirección espacio-Tierra y Tierra-espacio, en convivencia con el SF y el SM, también a título primario, tal como se muestra a continuación³¹:

Frecuencia	Atribución en territorio federal
3600 – 4200 MHz	FIJO
	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)
	MÓVIL

Tabla 7 Atribución de la banda C en Austria.

Fuente: Frequenznutzungsverordnung 2023.

La autoridad regulatoria de radiodifusión y telecomunicaciones austriaca (del alemán *Rundfunk und Telekom Regulierungs - RTR*)³² publicó en 2022 el Plan de Liberación de Espectro 2022-2026³³, en el cual se prevé concesionar el espectro disponible en la banda 3400 – 3800 MHz (incluido el segmento 3700 – 3800 MHz) no asignado en 2019 y actualmente sin uso, mientras que el segmento 3800 – 4200 MHz de la Banda C queda fuera del plan, previendo su adjudicación posterior a 2026.

Cabe señalar que, en 2019, previo a la publicación del Plan de Liberación de Espectro 2022-2026, la RTR otorgó licencias por 20 años en la banda 3400 – 3800 MHz para la prestación del servicio inalámbrico de banda ancha (5G) a tres operadores móviles nacionales y a cuatro operadores regionales, con una recaudación total de 188 millones de euros. La empresa A1 obtuvo entre 100 y 140 MHz en todas las regiones por 64.3 millones de euros; T-Mobile ganó 100 MHz en todas las regiones por 56.9 millones de euros; y Hutchison Drei obtuvo también 100 MHz en todas las regiones por 56.9 millones de euros, con la obligación de instalar al menos 300 estaciones terrenas transmisoras en todo el país antes de finalizar 2020³⁴.

³¹ Consultable en: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2023/61>
https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40251377/II_61_2023_Anlage_1.pdf

³² Consultable en: <https://www.rtr.at/rtr/Startseite.en.html>
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011678>

³³ Consultable en: https://www.rtr.at/TKP/was_wir_tun/telekommunikation/spectrum/framework/Spectrum_Release_Plan_2022-2026.en.pdf

³⁴ Consultable en:

Los cuatro operadores regionales *Mass Response*, *Liwest*, *Salzburg AG* y *Holding Graz* obtuvieron entre 30 y 80 MHz de espectro en una o dos regiones.

Bélgica

El cuadro de atribución de frecuencias de Bélgica asigna la Banda C a distintos servicios, tal como se observa a continuación. La primera columna indica la banda de frecuencias, la segunda el servicio atribuido y la tercera las aplicaciones autorizadas por el gobierno belga:³⁵

Frecuencia	Atribución	Aplicaciones autorizadas
3600 – 3800 MHz	Móvil	Dispositivos de corto alcance no específicos Redes móviles públicas Estaciones terrenas del SFS (3625 – 4200 MHz)
3800 – 4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil	Dispositivos de corto alcance no específicos Estaciones terrenas del SFS Punto a punto (ERC/REC 12-08 Anexo B)

Tabla 8 Atribución de la banda C en Bélgica.

Fuente: Frequency Plan 2023.

De lo anterior, se observa que la banda 3600 – 3800 MHz se atribuye al SM, mientras que la banda 3800 – 4200 MHz se asigna a título primario al SF y al SFS (espacio-Tierra) y a título secundario al SM. En el segmento 3625–4200 MHz se autoriza el uso para estaciones terrenas del SFS.

En 2023, el Instituto de Servicios Postales y Telecomunicaciones de Bélgica (del inglés *Belgian Institute for Postal Services and Telecommunications* – BIPT)³⁶ adoptó a nivel regional el “Decreto real relativo al acceso al espectro radioeléctrico en la banda de frecuencias 3400 - 3800 MHz”³⁷ (que incluye el segmento 3700 – 3800 MHz de la Banda C), habilitando espectro para redes privadas locales. La banda 3800 – 4200 MHz puede emplearse tanto para 5G como para 4G. El BIPT asigna 35 bloques de 10 MHz en la banda 3450–3800 MHz, con un límite máximo de 100 MHz por operador o grupo relevante en el rango 3410–3800 MHz.

https://www.rtr.at/TKP/was_wir_tun/telekommunikation/spectrum/procedures/Procedure_3600MHz_2019/5G-Auction-Background.en.html

<https://www.commsupdate.com/articles/2019/03/08/austrian-5g-auction-raises-eur188m/>

<https://5gobservatory.eu/austrian-3-4-3-8-ghz-spectrum-auctions/>

³⁵ Consultable en: <https://www.bipt.be/operators/frequency-plan>

³⁶ Consultable en:

<https://www.bipt.be/operators/publication/consultation-on-a-draft-proposal-for-a-royal-decree-on-private-broadband-radio-local-area-networks>

³⁷ Consultable en: <https://www.ejustice.just.fgov.be/eli/arrete/2021/11/28/2021022604/justel#LNK0003>

En la subasta de 2022, se reservó un bloque de 20 MHz para un nuevo entrante, el cual fue adjudicado a *Network Research Belgium*, que planea ofrecer servicios a empresas. Asimismo, la empresa *Citymesh* obtuvo 50 MHz con la condición de desplegar redes 4G y 5G en conjunto con *DiGi*, operador europeo.

Francia

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Francia³⁸ atribuye la banda C a los servicios siguientes:

Frecuencia	Atribución
3700 – 3800 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico
3800 – 4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)

Tabla 9 Atribución de la banda C en Francia,

Fuente: Tableau national de répartition des bandes de fréquences 2023.

De lo anterior, se desprende que la banda 3700 – 3800 MHz se atribuye a título primario a los servicios SF, SFS (espacio-Tierra) y SM salvo móvil aeronáutico; mientras que la banda 3800 – 4200 MHz se asigna al SF y al SFS (espacio-Tierra) a título primario.

En 2018, la autoridad regulatoria francesa en materia de telecomunicaciones destinó el rango 3400 – 3800 MHz (que incluye el segmento 3700 – 3800 MHz de la Banda C) al despliegue de redes 5G. Tras diversas consultas públicas sobre los términos y condiciones para su asignación, el espectro fue adjudicado a *Orange*, *SFR*, *Bouygues Mobile* y *Free Mobile*³⁹, reservando 100 MHz de este segmento para asignaciones regionales⁴⁰.

En marzo de 2022, la Autoridad de Regulación de Comunicaciones Electrónicas, Postales y de Distribución de Prensa (del francés *Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse* – Arcep) abrió la ventana de experimentación en la banda 3800–4000 MHz para fabricantes interesados en probar nuevos casos de uso de 5G. El objetivo fue permitir a la industria apropiarse de tecnologías asociadas a esta generación y construir un marco regulatorio adecuado. Desde entonces, Arcep ha emitido 81 autorizaciones de uso de frecuencia, principalmente en los sectores de energía, salud y eventos⁴¹.

³⁸ Consultable en: https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/tnrbf/TNRBF_2023-02-16t.pdf

³⁹ <https://5gobservatory.eu/national-5g-spectrum-assignment/#1533309019672-11a338d2-8b43>

⁴⁰ <https://5gobservatory.eu/national-5g-spectrum-assignment/#1533309105287-3af91bea-a008>

⁴¹ Consultable en: <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiqués/detail/n/5g-141223.html>

Israel

A diferencia de otros países de la región que cuentan con un cuadro nacional de atribución de frecuencias de acceso público y detallado, Israel no publica un documento similar de forma oficial. No obstante, los datos públicos demuestran que esta porción del espectro es utilizada principalmente para el SFS y una porción para el SM, sin descartar el probable uso del SF terrestre.

En cuanto al proceso de asignación de espectro en la Banda C, en julio de 2019, el Ministerio de Comunicaciones de Israel lanzó una licitación que incluyó frecuencias en el rango 3600 – 3800 MHz⁴², con el objetivo de facilitar el despliegue de redes 5G y responder al crecimiento de la demanda de conectividad de banda ancha.

A diferencia de otros casos, la licitación israelí no se limitó a fijar un precio de reserva o diseñar una subasta competitiva, sino que incorporó una serie de incentivos económicos, con el propósito de crear condiciones favorables para la inversión en infraestructura y promover la entrada de nuevos operadores.

Además, la licitación fue estructurada bajo un modelo de subasta combinada de reloj, el cual permite a los participantes ofertar simultáneamente por varios bloques de espectro y presentar combinaciones de oferta que se ajusten mejor a sus necesidades de red. Este tipo de mecanismo combina una fase de puja ascendente (en la que los licitadores declaran su demanda en función del precio de reloj) con una fase suplementaria, en la que pueden presentar paquetes integrados que maximicen el valor total para cada operador.

Esta metodología no sólo optimiza la asignación del espectro desde el punto de vista económico, sino que también reduce el riesgo de fragmentación de bloques (es decir, evita que un operador adquiera porciones no contiguas o insuficientes para desplegar redes eficientes), lo cual es especialmente relevante en bandas medias como la Banda C, donde la contigüidad del espectro resulta clave para asegurar mayores anchos de banda y mejor desempeño técnico.

En conjunto, el caso israelí pone de manifiesto que las licitaciones de la Banda C pueden diseñarse como instrumentos de política pública, en los

⁴² Consultable en: https://www.gov.il/BlobFolder/news/14072019_01/he/5th%20Gen%20Tender%20-%20English.pdf

que la obtención de ingresos para el Estado es sólo uno de los objetivos, y donde se combinan elementos como incentivos financieros, diseño de mercado y criterios de cobertura, con el propósito de estimular la inversión privada, aumentar el número de operadores y acelerar la transición hacia nuevas tecnologías digitales dentro del país.

Italia

De conformidad con el Plan Nacional de Asignación de Frecuencias (del italiano *Piano nazionale di ripartizione delle frequenze*) 2022⁴³, la Banda C está atribuida a los servicios siguientes:

Frecuencia	Atribución
3600 – 3800 MHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico
3800 – 4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)

Tabla 10 Atribución de la banda C en Italia

Fuente: *Piano nazionale di ripartizione delle frequenze* 2023.

De lo anterior se desprende que la banda 3600 – 3800 MHz se encuentra atribuida, a título primario, al SFS (espacio-Tierra) y al SM salvo móvil aeronáutico; mientras que la banda 3800 – 4200 MHz se asigna a los servicios SF y SFS (espacio-Tierra) a título primario

A finales de 2018 se licitó el rango 3400 – 3800 MHz (dentro del cual se ubica el segmento 3700 – 3800 MHz de la Banda C) para el despliegue de 5G. *Telecom Italia* y *Vodafone* resultaron ganadoras para 80 MHz cada una por aproximadamente 1.7 mil millones de euros; por su parte, *Wind* e *Iliad* obtuvieron 20 MHz cada una por 483.9 millones de euros⁴⁴.

Polonia

De acuerdo con el cuadro de atribución de frecuencias de Polonia⁴⁵, la Banda C está atribuida a los servicios siguientes:

Frecuencia	Atribución
3600 – 3800 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL
3800 – 4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil

Tabla 11 Atribución de la banda C en Polonia

⁴³ Consultable en: <https://atc.mise.gov.it/index.php/tecnologie-delle-comunicazioni/gestione-spettro-radio/piano-nazionale-di-ripartizione-delle-frequenze>

⁴⁴ Consultable en: <https://5gobservatory.eu/national-5g-spectrum-assignment/#1533310457982-93376798-7871>

⁴⁵ Consultable en: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180001612/O/D20181612.pdf>

La banda de frecuencias 3600 – 3800 MHz está atribuida a título primario a los servicios SF, SFS (espacio-Tierra) y SM. En la banda 3800 – 4200 MHz, el SF y el SFS (espacio-Tierra) mantienen atribución primaria, mientras que el SM se encuentra asignado a título secundario.

La Oficina de Comunicaciones Electrónicas (del polaco *Urząd Komunikacji Elektronicznej - UKE*), subastó cuatro bloques de 100 MHz en la banda 3400 – 3800 MHz. El resultado fue el siguiente: bloque A (3400 – 3500 MHz) adjudicado a *Polkomtel* por 450 millones de eslotis polacos (PLN); bloque B (3500 – 3600 MHz) a P4 por 487.095 millones de PLN; bloque C (3600 – 3700 MHz) a *Orange* por 487.095 millones de PLN; y bloque D (3700 – 3800 MHz) a *T-Mobile* por 496.837 millones de PLN.

Según lo indicado por la UKE, esta subasta permitirá satisfacer el creciente tráfico de datos generado por los usuarios, así como impulsar la implementación de nuevos servicios 5G, creando nuevas fuentes de ingresos. Para los consumidores, esto se traducirá en una mejora en la cobertura y calidad de los servicios de transmisión de datos, como resultado de los compromisos de inversión que los operadores deberán cumplir, tales como garantizar una velocidad mínima de 95 Mb/s en un porcentaje significativo del territorio⁴⁶.

Reino Unido

De acuerdo con el cuadro de atribución de frecuencias del Reino Unido⁴⁷, la Banda C está atribuida a los servicios siguientes:

Frecuencia	Atribución
3600 – 3800 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL
3800 – 4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil

Tabla 12 Atribución de la banda C en Reino Unido.

Fuente: UK Frequency Allocation Table.

La banda de frecuencias 3600 – 3800 MHz está atribuida a título primario a los servicios SF, SFS (espacio-Tierra) y SM. En la banda 3800 – 4200 MHz, el SF y el SFS (espacio-Tierra) mantienen atribución primaria, mientras que el SM se encuentra asignado a título secundario.

⁴⁶ Consultable en: <https://www.ukr.gov.pl/blog/aukcja-5g-rozstrzygnieta-operatorzy-rozbuduja-swoje-sieci,94.html>

⁴⁷ Consultable en: <https://static.ofcom.org.uk/static/spectrum/fat.html#>

La Oficina de Comunicaciones (del inglés *The Office of Communications – OFCOM*) publicó una consulta⁴⁸ en la que se propuso utilizar un mecanismo de subasta abierta como medio para asegurar una asignación eficiente, así como introducir una serie de condiciones de cobertura para garantizar que los operadores destinaran el espectro a zonas que todavía presentaban deficiencias de conectividad.

En la subasta participaron los principales operadores del país: *EE Limited*, *Telefónica UK*, *Vodafone* y *Hutchison 3G*, obteniendo un total de 5684 licencias y generando ingresos superiores a 1379 millones de libras esterlinas. En este proceso, *EE Limited* obtuvo el bloque 3680 – 3720 MHz, *Vodafone Limited* el bloque 3720 – 3760 MHz y *Telefónica UK Limited* el bloque 3760 – 3800 MHz.

Además del esquema general de subasta, *OFCOM* incorporó una serie de condiciones económicas y técnicas orientadas a garantizar la competencia y la cobertura efectiva. Entre ellas, se estableció un límite máximo de 416 MHz (37 % del total de espectro disponible para servicios móviles) que podía concentrarse en un solo operador, así como descuentos en el precio de las licencias para aquellos postores que se comprometieran a mejorar la cobertura móvil en zonas rurales. Para asegurar la eficiencia en el uso del recurso, se utilizó un formato de subasta de reloj combinatorio, que permitió a los operadores presentar propuestas integradas que combinaban bloques de ambas bandas. Finalmente, *OFCOM* habilitó un mecanismo posterior de reordenamiento de bloques, con el fin de evitar la fragmentación del espectro y maximizar el valor de uso de las frecuencias adjudicadas.

De acuerdo con *OFCOM*, con la finalización de esta subasta, las empresas podrán utilizar estas frecuencias para desplegar rápidamente mejores servicios móviles en todo el Reino Unido, respaldando el continuo lanzamiento de nuevas conexiones 5G para personas y empresas. Además, los licitantes cuentan con la flexibilidad de realizar intercambios, lo que les permitirá optimizar el uso del espectro adjudicado en la subasta junto con sus frecuencias actuales⁴⁹.

3.2.2 Región 2.

⁴⁸ Consultable en el vínculo electrónico siguiente:

<https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/129955-award-of-the-700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-spectrum/associated-documents/secondary-documents/award-of-the-700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-spectrum-bands.pdf?v=323623>

⁴⁹ Consultable en: <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-awards/final-spectrum-auction-results/>

La CITEL⁵⁰ es una entidad de la OEA, establecida por la Asamblea General, por resolución AG/RES. 1224 (XXIII-O/93), y cuenta con autonomía técnica en el ejercicio de sus funciones, conforme a la Carta de la OEA, el Estatuto de la CITEL y los mandatos emitidos por la Asamblea General. Entre sus funciones se encuentran la armonización del espectro radioeléctrico, la elaboración de normas que faciliten la infraestructura y los servicios de telecomunicaciones, así como el apoyo a los Estados en la definición de sus políticas de desarrollo del sector.

Dentro de la CITEL, el Comité Consultivo Permanente II (CCP II) es el foro encargado de promover la planificación, coordinación, armonización y uso eficiente del espectro radioeléctrico y de las órbitas satelitales (geoestacionarias y no geoestacionarias), conforme a las reglas, procedimientos y recomendaciones pertinentes de la UIT. Entre sus principales mandatos se encuentran:

1. Promover entre los Estados miembros la armonización en el uso del espectro radioeléctrico, teniendo especialmente en cuenta la necesidad de prevenir y evitar interferencias perjudiciales, como así también considerar la protección contra el entorno electromagnético.
2. Estimular y fomentar el desarrollo de los servicios de radiocomunicaciones, incluyendo la radiodifusión en la región.
3. Fomentar el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que permitan satisfacer las necesidades de los Estados miembros en términos de un uso eficiente del espectro.
4. Estimular y promover el desarrollo de redes y servicios de telecomunicaciones/TIC convergentes basadas en las nuevas tecnologías inalámbricas, con previsión de su constante evolución.
5. Suministrar información a los Estados miembros sobre los resultados obtenidos en el seno de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones.
6. Tomar a cargo la coordinación de la preparación regional para las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones de la UIT, incluyendo la preparación de Propuestas Interamericanas (en lo sucesivo las "IAP") y posiciones comunes, así como llevar a cabo consultas interregionales en la preparación de dichas conferencias.
7. Desarrollar una labor coordinada en los diferentes grupos de la CITEL en aquellos aspectos que, por su naturaleza, conlleven una acción conjunta.

⁵⁰ Consultable en:

<https://www.oas.org/ext/es/principal/oea/nuestra-estructura/entidades-y-organismos/citel/Acerca-de/Detalles/acerca-de-la-citel>

8. Promover el uso eficiente del espectro de frecuencias radioeléctricas y de los recursos de la órbita satelital en la región basados en las prioridades y requerimientos de los Estados miembros.
9. Alentar la participación activa del sector privado como Miembros Asociados.

Como se mencionó anteriormente, en el marco del CCP II se analizan los temas más relevantes en materia de radiocomunicaciones para la región. En este sentido, dicho foro aprobó la Recomendación CCP.II/REC. 67 (XLIII-24) relativa a la “*DISPOSICIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL COMPONENTE TERRENAL DE LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES INTERNACIONALES (IMT)*”, en la cual se incluye una parte del rango objeto de este estudio.

En particular, el Considerando 1 de la Recomendación CCP.II/REC. 67 (XLIII-24) señala que las bandas 3300 – 3800 MHz se encuentran identificadas en el RR para las IMT, por lo que constituyen una base armonizada a partir de la cual las Administraciones pueden planear el despliegue de sistemas móviles. En ese sentido, la Recomendación 6 insta a los Estados Miembros que prevean implementar servicios IMT a utilizar, cuando sea técnicamente posible, la disposición F3, que contempla la utilización de 3300 – 3800 MHz bajo un esquema TDD:

Disposición de frecuencias	Disposiciones agrupadas Técnica de Multiplexación FDD *				Disposiciones no agrupadas (TDD) (MHz)
	Transmisor de la estación móvil (MHz)	Intervalo central (MHz)	Transmisor de la estación de base (MHz)	Separación dúplex (MHz)	
<i>F3</i>	NO APLICA				3300 - 3800
* Si bien es una transcripción del documento que se encuentra en sitio web de la CITEL, se considera que el contenido de la sección es respecto a “Arreglos de pares” o técnica de Multiplexación, como FDD (Frequency Division Duplexing), así como TDD (Time Division Duplexing).					

Tabla 13. Disposición de frecuencias identificadas para IMT.

Es importante señalar que esta disposición puede aplicarse en forma total o parcial, de acuerdo con las condiciones nacionales de utilización de la banda u otros servicios previamente establecidos. En tal sentido, la Recomendación aclara que las Administraciones pueden aplicar la disposición F3 en cualquiera de las sub-bandas identificadas en el RR (3300 – 3400, 3400 – 3600, 3600 – 3700 y 3700 – 3800 MHz), e incluso emplear separaciones de frecuencia distintas, si ello resulta necesario para garantizar la coexistencia con otros servicios.

A partir de lo anterior, se desprende que las Administraciones de la Región 2 que tengan interés en implementar las IMT en el segmento 3700 – 3800 MHz de la Banda C, deberían considerar la aplicación de disposiciones armonizadas, como la F3, con el fin de favorecer la interoperabilidad

regional y garantizar la protección de los servicios primarios actualmente operativos en dicha banda.

A continuación, se describen algunos ejemplos del modo en que las Administraciones de la Región 2 han configurado sus respectivos marcos nacionales.

Canadá

De conformidad con el cuadro de atribución de frecuencias canadiense 2022⁵¹, la Banda C está atribuida a los servicios siguientes:

Frecuencia	Atribución
3700 – 4000 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico
4000 – 4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)

Tabla 14 Atribución de la banda C en Canadá.

Fuente: Canadian Table of Frequency Allocation 2022.

De conformidad con el cuadro de atribución de frecuencias las bandas de frecuencias 3700 - 4000 MHz está atribuida a título primario al SF, SFS (espacio-Tierra) y SM; de 4000 - 4200 MHz a título primario al SF y SFS (espacio-Tierra).

La oficina de Innovación, Ciencia y Desarrollo Económico de Canadá (del inglés *Innovation, Science and Economic Development Canada* – ISED) publicó en 2021 la “*Decisión sobre el marco técnico y de política para la banda 3.65 - 4.2 GHz y cambios en la asignación de frecuencias de la banda 3.5 - 3.65 GHz*”, la decisión de reutilización de la banda 3800 MHz, que reasignó el espectro en la banda 3650 - 4000 MHz banda para uso flexible⁵².

En la decisión de reutilización de la banda 3800 MHz, la ISED adoptó un plan de banda que la pondrá disponible para subasta de 25 bloques no emparejados de 10 MHz, dicho plan soportaría tecnologías como *Long Term Evolution* (LTE) y 5G nuevos equipos de radio para operar un ancho de

⁵¹ Consultable en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/canadian-table-frequency-allocations-sf10759#s2.2>

⁵² Consultable en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/spectrum-allocation/3650-4200-mhz/decision-technical-and-policy-framework-3650-4200-mhz-band-and-changes-frequency-allocation-3500>

banda de canal de 10 MHz. Estos bloques de 10 MHz se pueden agregar para crear anchos de banda mayores para aplicaciones de banda ancha⁵³.

Canadá decidió subastar a finales de 2023, la banda 3800 MHz. La subasta incluye 250 MHz entre 3650 - 3900 MHz, junto con la banda 3450 - 3650 MHz, en la que los proveedores podrían operar servicios 5G en un límite máximo de 100 MHz en un rango de 450 MHz entre 3450 - 3900 MHz. Dicho espectro fragmentado aumenta los costos de implementación por lo que se contempló que los operadores podrían combinar sus activos en las bandas de espectro 3500 y 3800 MHz mediante un proceso de transferencia de licencia al final de la subasta de 3800 MHz⁵⁴.

Los objetivos para la subasta de dicha banda son: fomentar la inversión y la evolución de las redes inalámbricas permitiendo el desarrollo de redes y tecnología 5G de alta calidad; apoyar la competencia sostenida en la prestación de los servicios inalámbricos para que todos los consumidores y empresas se beneficien de mayores opciones y precios competitivos, y facilitar el despliegue y la disponibilidad oportuna de los servicios en todo el país, incluidas las regiones rurales, remotas y del norte⁵⁵.

Chile

El 28 de noviembre de 2019 se publicó la Resolución 2400 en el Diario Oficial de la República de Chile donde el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones *"Aprueba Norma Técnica que fija el uso de la banda de frecuencias 3750 - 3800 MHz para la instalación, operación y/o explotación de servicios limitados de telecomunicaciones que utilicen redes inalámbricas con tecnología de quinta generación 5G, y modifica las resoluciones que indica"*⁵⁶. Con esta medida, se sienta el marco legal que permite la instalación, operación y explotación de redes inalámbricas de quinta generación en este rango, garantizando la incorporación de estándares internacionales y la actualización de la normativa previa.

Los servicios autorizados deberán funcionar mediante equipos de radiocomunicaciones fijos y/o móviles cuya interfaz de radio cumpla con el

⁵³ Consultable en:

<https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/spectrum-allocation/policy-and-licensing-framework-spectrum-3800-mhz-band>

⁵⁴ Consultable en: <https://frankrayal.com/2022/07/06/observations-on-canadas-3800-mhz-frequency-spectrum-auction/>

⁵⁵ Consultable en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/decision-revisions-3500-mhz-band-accommodate-flexible-use-and-preliminary-decisions-changes-3800-mhz>

⁵⁶ Consultable en: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2019/11/28/42514/01/1686584.pdf>

estándar 5G New Radio (NR) definido en el *Release 15* del 3GPP. Este estándar abarca tanto despliegues *Non-Standalone* (NSA) como *Standalone* (SA), lo que asegura interoperabilidad con redes LTE existentes y la capacidad de evolución hacia arquitecturas 5G nativas⁵⁷.

La adjudicación de los permisos de uso de espectro se realizará mediante uno o más concursos públicos convocados por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), de conformidad con el artículo 13 C de la Ley General de Telecomunicaciones N° 18.168. Cada una de las bases precisará la zona de cobertura, que podrá corresponder a una o varias comunidades, así como los requisitos técnicos, financieros y de despliegue necesarios para garantizar un proceso transparente y competitivo⁵⁸.

La Resolución Exenta N°. 2400 establece además la obligación de los titulares de permisos de adoptar todas las medidas necesarias para evitar interferencias con servicios autorizados previamente en la banda 3 750–3 800 MHz. Para tal efecto, las bases de cada concurso podrán imponer condiciones operativas específicas destinadas a resguardar la coexistencia armónica.

Con esta norma, Chile consolida su estrategia regulatoria para el despliegue de 5G bajo estándares, procedimientos de asignación de espectro y salvaguardas técnicas que protegen otros servicios. De este modo, se prepara para futuras expansiones y ajustes conforme evolucione la demanda de servicios avanzados de conectividad.

Colombia

El Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias de Colombia (CNABF)⁵⁹, atribuye la Banda C a los servicios siguientes:

Frecuencias	Atribución
3700 – 4200 MHz	FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)

Tabla 15 Atribución de la banda C en Colombia.

Fuente: CNABF 2022

En este país el rango de frecuencias 3700 - 4200 MHz se encuentra atribuido al SF, SM salvo móvil aeronáutico y SFS (espacio-Tierra). Bajo esta última atribución, en el país opera el enlace descendente de la banda C satelital con una ocupación de registros de proveedores de capacidad satelital

⁵⁷ Consultable en: <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-15>

⁵⁸ Consultable en: <https://www.subtel.gob.cl/concursos5g/>

⁵⁹ Consultable en: <https://www.ane.gov.co/SitePages/Gesti%C3%B3n%20t%C3%A9cnica/index.aspx?p=20>

asociados principalmente con sistemas de televisión únicamente de recepción (TVRO) y es una banda adyacente al despliegue de los servicios móviles IMT (3300 – 3700 MHz).

El principal uso de la Banda C hoy en día en Colombia es el de la distribución de contenido audiovisual incluyendo aquel proveniente de estaciones y canales institucionales como RTVC, y contenido de noticias libre de encriptación y que permite el acceso libre a la información. Las estaciones terrenas del SFS reciben las señales con contenido audiovisual que después son distribuidas a millones de usuarios a lo largo de todo el país⁶⁰.

En la actualidad, el rango 3700–3800 MHz, pese a su atribución co-primaria a diversos servicios en el CNABF, permanece sin habilitación formal para IMT en la normativa vigente. Su incorporación futura exigirá la culminación de los estudios de coexistencia entre IMT y el SFS que cuantifiquen las distancias de protección, bandas de guarda y técnicas de filtrado necesarias para garantizar que las estaciones terrenas satelitales reciban señales sin interferencias perjudiciales⁶¹. Las distancias de protección, las áreas de exclusión geográfica y los límites máximos de emisión serán fijados por la Aeronáutica Civil, en coordinación técnica con la Agencia Nacional del Espectro (ANE), tomando como base los estudios elaborados por la ANE y la Universidad Pontificia Bolivariana presentados ante la UIT-R⁶².

Considerando lo anterior, la incorporación del rango 3700–3800 MHz para servicios IMT en Colombia requiere seguir el procedimiento de modificación del CNABF y del Plan Nacional de Espectro, validar en consulta pública los estudios técnicos de coexistencia entre IMT y el SFS (bandas de guarda, zonas de exclusión y límites de emisión) y emitir la resolución que incorpore formalmente dicho rango al Proceso de Selección Objetiva para el otorgamiento de permisos para el uso del espectro radioeléctrico a nivel nacional. Solo una vez completados estos pasos podrá ampliarse de forma coherente la tecnología 5G y garantizarse la convivencia armónica con los enlaces satelitales de Banda C⁶³.

Uruguay

⁶⁰ Consultable en: <https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/2023-08-15-Comentarios-GSOA-subasta-de-5G-en-las-bandas-de-frecuencias-de-700-MHz-1900-MHz-AWS-extendida-2500-MHz-y-3500-MHz.pdf>

⁶¹ Consultable en: https://www.ane.gov.co/Sliders/ANE%202024/Documento%20de%20Consulta%202024_%20Bandas%20IMT.pdf

⁶² Consultable en: <https://www.itu.int/md/R19-WP5D.AR-C-0347>

⁶³ Consultable en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Micrositios/Seleccion-Objetiva-Asignacion-de-Espectro/>

Como resultado de la subasta realizada en 2022 para la banda 3300 – 3800 MHz, la Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC) de Uruguay asignó tres bloques de 100 MHz con concesiones por 25 años. ANTEL⁶⁴ recibió directamente el bloque central (3600 – 3700 MHz), y pagó un valor equivalente al promedio de las ofertas presentadas por los operadores privados. Los otros dos bloques fueron asignados a Claro (3300–3400 MHz) y Movistar (3700 – 3800 MHz), quienes ofrecieron montos ligeramente superiores al precio de reserva.

Banda	Banda de Frecuencias	Ganadores
3500 MHz	3300 – 3400	Claro
	3600 – 3700	ANTEL (reservado)
	3700 – 3800	Movistar

Tabla 16. Asignaciones de sub bloques de frecuencias para IMT

Es importante resaltar que el proceso de subasta de 2022 abarcó únicamente el rango 3300 – 3800 MHz, sin considerar el rango 3800 – 4200 MHz, el cual continúa atribuido y asignado al SFS. Hasta la fecha, no existe información pública ni registro oficial de alguna iniciativa, ya sea a través de un decreto de la URSEC en conjunto con el Ministerio de Economía y Finanzas o de una resolución interna, que proponga actualizar el plan de frecuencias para incorporar ese rango al espectro para servicios IMT. En consecuencia, no se observan planes a corto plazo para subastar o reasignar el rango 3800 – 4200 MHz a IMT-5G en Uruguay.

Estados Unidos de América

El cuadro de atribución de frecuencias de los Estados Unidos se encuentra establecido en el Título 47, Capítulo I, Subapartado A, Parte 2 “*Frequency Allocations and Radio Treaty Matters General Rules and Regulations*” del Código Federal de Regulaciones (CFR)⁶⁵.

Dicho cuadro se organiza en dos columnas: la “Tabla Federal”, que corresponde a las operaciones del sector gubernamental, y la “Tabla No Federal”, destinada a operaciones del sector no gubernamental.

En la Tabla Federal, la ausencia de servicios o notas en una determinada banda implica que el sector federal no tiene acceso a esa banda, salvo lo dispuesto en el numeral § 2.103 del CFR. De forma equivalente, en la Tabla No Federal, la ausencia de servicios o notas significa que el sector no federal

⁶⁴ Consultable en: <https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-comunicaciones/datos-y-estadisticas/datos/asignacion-frecuencia-para-imt>

⁶⁵ Consultable en: <https://transition.fcc.gov/oet/spectrum/table/fcctable.pdf>

no dispone de acceso, a menos que se establezca lo contrario en el numeral § 2.102 del CFR⁶⁶.

Frecuencias	Atribución Federal	Frecuencias	Atribución No Federal
3700 – 4200 MHz		3700 – 4200 MHz	FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico

Tabla 17 Atribución de la banda C en Estados Unidos.

Fuente: Table of Frequency Allocations.

El 8 de diciembre de 2020 la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) abrió una consulta pública para evaluar si el segmento 3700 – 4200 MHz debía mantenerse exclusivamente para servicios satelitales o podía destinarse parcialmente al despliegue de banda ancha inalámbrica terrestre. Como parte de esa consulta, la FCC analizó distintas opciones de intercambio y mecanismos basados en el mercado para facilitar la transición del espectro, así como mecanismos para proteger las estaciones terrenas del SFS que ya se encontraban operando, especialmente aquellas con licencia anterior al 17 de octubre de 2018⁶⁷.

Posteriormente, la FCC tomó medidas para incrementar la disponibilidad del espectro de frecuencias intermedias con el propósito de facilitar el despliegue de la red 5G al iniciar el proceso de subasta del espectro en la banda de 3700 - 4200 MHz⁶⁸. En febrero de 2020, se adoptó un informe⁶⁹ que reasignaba parte del espectro en Banda C para el despliegue de 5G, al tiempo que garantizaba la protección de los servicios actuales en esta banda y sus bandas adyacentes⁷⁰.

La subasta se realizó en dos fases: una fase de reloj, en la que los participantes declararon su demanda sobre bloques genéricos en áreas económicas parciales, y una fase de asignación, en la que los ganadores pudieron ofertar por combinaciones de bloques de frecuencia dentro de las áreas adjudicadas. El proceso concluyó el 17 de febrero de 2021, con un total de 5 684 licencias adjudicadas a 21 postores, y una recaudación final de 81,114,481.921 dólares en ofertas netas. De acuerdo con la FCC, este resultado permitirá a los operadores móviles contar con espectro en una banda media altamente eficiente desde el punto de vista de propagación,

⁶⁶ Consultable en: <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-2>

⁶⁷ Consultable en:

<https://www.fcc.gov/document/fcc-expands-flexible-use-mid-band-spectrum>

⁶⁸ Consultable en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-begins-major-5g-spectrum-auction>

⁶⁹ Consultable en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-362358A1.pdf>

⁷⁰ Consultable en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-expands-flexible-use-c-band-5g-0>

lo cual reducirá los costos de despliegue de redes 5G y, al mismo tiempo, asegurará la protección de los servicios satelitales existentes⁷¹.

En enero de 2022 se iniciaron los despliegues de 5G en la Banda C. La fase inicial del 5G en esta banda se limitó al rango de frecuencias de 3700 - 3800 MHz. La segunda fase de la Banda C incorporará un espectro adicional de 180 MHz (de 3800 a 3980 MHz), disponible para su uso antes de diciembre de 2023.

El despliegue de 5G en la Banda C ha sido objeto de muchas discusiones que involucran a la FCC, la Administración Federal de Aviación estadounidense (FAA), las industrias de la aviación y las telecomunicaciones. Un análisis detallado de la coexistencia entre la Banda C para 5G y los altímetros de radio, incluidas las inconsistencias y fallas en los estudios de la industria de la aviación, está disponible en el documento de 5G Américas publicado en julio de 2021⁷².

Desde enero de 2022, la FAA ha aprobado más del 90% de los modelos de aeronaves para aterrizajes con baja visibilidad en el 100% de los aeropuertos identificados en Estados Unidos.⁷³ En enero de 2023, la FAA propuso una directiva de aeronavegabilidad que requería que los aviones en Estados Unidos instalaran altímetros de radio tolerantes a la banda C de 5G o filtros de frecuencia de radio compatibles para febrero de 2024⁷⁴. La FAA estima que aproximadamente 180 aviones necesitarían reemplazar los altímetros de radio y 820 aviones necesitarían agregar filtros de altímetro de radio para cumplir con el requisito de modificación propuesto. Asimismo, se estima que el costo total para realizar estas modificaciones en los aviones es de \$26 millones⁷⁵ de dólares.

En EE. UU, la FCC promovió la liberación de la banda de 3700 a 3980 MHz para 5G mediante el plan *C-band repack*, pagando compensaciones a operadores satelitales para que migraran a segmentos más altos de la banda C y promoviendo estaciones terrenas de transición. En consecuencia, las empresas emergentes de provisión de Internet satelital, como Amazon Kuiper y Starlink, que observaban la Banda C como parte del entorno de coordinación migraron a otras bandas, especialmente Ka y Ku, para evitar interferencias hacia y desde sus enlaces.

⁷¹ Consultable en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-bidding-procedures-december-c-band-auction-0>

⁷² Consultable en: <https://www.5gamericas.org/mid-band-spectrum-and-the-co-existence-with-radio-altimeters/>

⁷³ Consultable en: <https://www.faa.gov/5g>

⁷⁴ Consultable en: <https://www.federalregister.gov/documents/2023/01/11/2023-00420/airworthiness-directives-transport-and-commuter-category-airplanes>

⁷⁵ Consultable en: <https://www.fiercewireless.com/wireless/faa-says-26m-will-cover-costs-prevent-5g-interference>

En conclusión, dentro del rango de frecuencias de 3700 - 4200 MHz, la FCC está asignando la banda de 3700 - 4000 MHz para su uso en dispositivos móviles. Además, se subastarán 280 MHz de la banda de 3700 - 3980 MHz para servicios inalámbricos comerciales sin restricciones, bajo condiciones seguras de operación en implementaciones y parámetros de 5G. En última instancia, los operadores satelitales que utilizan el espectro en este rango de frecuencias debieron liberar una cantidad específica de frecuencias antes de diciembre de 2023, con la fecha límite final para la liberación fijada antes de diciembre de 2025⁷⁶.

3.2.3 Región 3.

En Asia-Pacífico, la coordinación del uso del espectro y de los recursos orbitales se realiza principalmente a través de la Comunidad de Telecomunicaciones de Asia-Pacífico (APT), cuyas recomendaciones y reportes técnicos sirven como base para que las Administraciones armonicen disposiciones en diversas bandas de frecuencias y definan condiciones de coexistencia entre los servicios incumbentes.

En este marco, varios países han impulsado planes para IMT en 3300 - 3800 MHz (a menudo bajo esquemas TDD y arreglos compatibles con 3GPP n77/n78), manteniendo el enlace descendente SFS en 3800 - 4200 MHz y estableciendo medidas de mitigación (bandas de guarda, máscaras de emisión, zonas de protección y coordinación transfronteriza), así como resguardos para radioaltímetros en 4200 - 4400 MHz.

Aunque existe una tendencia clara a la armonización regional, cada administración conserva su soberanía regulatoria: por ello persisten diferencias en calendarios de licitación, tamaños de bloque, uso para redes públicas/privadas y esquemas de protección a estaciones terrenas del SFS. Los ejemplos de Australia, Japón y Nueva Zelanda ilustran esta diversidad en la implementación.

Australia

De conformidad con el cuadro de atribución de frecuencias australiano 2021⁷⁷, la Banda C está atribuida a los servicios siguientes:

Frecuencia	Atribución
3600-4200 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)

⁷⁶ Consultable en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-362743A1.pdf>

⁷⁷ Consultable en: <https://www.acma.gov.au/australian-radiofrequency-spectrum-plan>

MÓVIL salvo móvil aeronáutico

Tabla 18 Atribución de la banda C en Australia.

Fuente: Australian Radiofrequency Spectrum Plan.

De lo anterior, se desprende que la Banda C en Australia está atribuida a título primario a los servicios SF, SFS (enlace espacio-Tierra) y SM salvo móvil aeronáutico. Los acuerdos regulatorios australianos actuales en la banda 3700 - 4200 MHz están optimizados para admitir usos como aparatos de enlaces para servicios fijos punto a punto con licencia, estaciones terrenas receptoras del SFS coordinado, y dispositivos de baja potencia.

En Australia, la Autoridad Australiana de Comunicaciones y Medios (ACMA) decidió asignar parcialmente la Banda C a servicios móviles y de banda ancha inalámbrica mediante procesos de subasta competitiva. En abril de 2023, la ACMA licitó bloques de espectro en las bandas 3400 MHz y 3700 MHz con el fin de habilitar el despliegue de redes 4G y 5G en todo el territorio nacional⁷⁸.

Durante la subasta de la banda 3700 MHz, se pusieron a disposición 260 bloques de espectro y se adjudicaron 253, lo que representó ingresos por 695.9 millones de dólares australianos (aproximadamente 460 millones de dólares estadounidenses). Con base en la información oficial publicada por la ACMA, esto equivale a un valor de 0.2887 dólares por MHz/pop, un indicador que refleja el valor económico que el mercado asigna a esta banda en función de su potencial de cobertura y capacidad.

Esta licitación forma parte de una política de espectro orientada a promover la competencia y la reducción de costos de despliegue: al habilitar espectro en bandas medias como la de 3700 MHz, el regulador australianos permite a los operadores móviles alcanzar mayores niveles de cobertura con un número reducido de estaciones base, lo que reduce las inversiones necesarias para desplegar redes 5G en áreas urbanas y semiurbanas. La ACMA ha señalado que este enfoque favorece tanto la innovación como el desarrollo de nuevos servicios digitales.

Japón

De acuerdo al Plan de Asignación de Frecuencias de Japón⁷⁹, los siguientes servicios se encuentran atribuidos en la banda de frecuencias 3600 - 4200 MHz.

Banda de Frecuencias	Atribución
----------------------	------------

⁷⁸ Consultable en: <https://www.acma.gov.au/allocation-summary-3437-ghz-bands-2023>

⁷⁹ Consultable en: <https://www.tele.soumu.go.jp/e/adm/freq/search/share/plan.htm>

3600-4200 MHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL
----------------------	---

Tabla 19. Atribución de la banda C en Japón.

Para la porción móvil, el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones licitó en abril de 2019 el rango 3600 – 4100 MHz en cinco bloques de 100 MHz, otorgando el rango 3600 – 3700 MHz a NTT DOCOMO, 3700 – 3800 MHz a KDDI, 3800 – 3900 MHz a SoftBank, 3900 – 4000 MHz a Rakuten Mobile y reservando 4000 – 4100 MHz para futuras necesidades. El sub rango 4100 – 4200 MHz permanece íntegramente dedicado al SFS, garantizando la continuidad de los enlaces satelitales sin riesgo de interferencia⁸⁰.

Si bien, por arriba de 4100 MHz Japón mantiene íntegro el uso del enlace espacio-tierra satelital (4100 – 4200 MHz) y, hasta ahora, no ha anunciado planes oficiales para extender servicios móviles a ese tramo, sí ha venido explorando otras porciones del espectro medio y alto: recientemente licitó 100 MHz en 4500 – 4600 MHz y tiene programada una futura subasta en la banda de 27400 – 27800 MHz para atender aplicaciones de capacidad ultrarrápida⁸¹. De este modo, la estrategia regulatoria en Japón se observa como una expansión en la cobertura 5G con la preservación de los servicios satelitales consolidados y deja abierta la puerta a ajustes futuros según la evolución tecnológica y la demanda de mercado⁸².

Nueva Zelanda

En la Tabla del Uso del Espectro Radioeléctrico de Nueva Zelanda⁸³ se tienen los siguientes servicios atribuidos en la banda de frecuencias 3700 - 4200 MHz.

Banda de Frecuencias	Atribución
3700-3800 MHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL
3800-4200 MHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico

Tabla 20. Atribución de la banda C en Nueva Zelanda

⁸⁰ Consultable en: https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html

⁸¹ Consultable en: <https://www.rcwireless.com/20230201/featured/japan-plans-5g-spectrum-auction-early-2026-report>

⁸² Consultable en: https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/presentation/pdf/20200513Frequency_Reorganization_Acti on Plan.pdf

⁸³ Consultable en: <https://www.rsm.govt.nz/assets/Uploads/documents/pibs/table-of-radio-spectrum-usage-in-new-zealand-pib-21.pdf>

En julio de 2019 el Radio Spectrum Management realizó una Consulta Pública respecto a las disposiciones técnicas de la banda 3410 - 3800 MHz⁸⁴ en la que se propone a los operadores a configurar la banda de frecuencias a un esquema TDD para implementar 5G utilizando las especificaciones del 3GPP para la banda n78 (3300 - 3800 MHz) para calcular las emisiones fuera de banda. Si bien la Consulta Pública utiliza terminología para el despliegue de 5G, indica que no se limita el uso de la banda de frecuencias a solo esta tecnología.

Como resultado, en diciembre de 2019, el gobierno aprobó la asignación, mediante licitación, de derechos a corto plazo de la banda de frecuencias 3590 - 3750 MHz y en 2020 se publicó la licitación en donde se incluyen 5 segmentos de 10 MHz en la banda de frecuencias 3700 - 3750 MHz para propósitos de implementar únicamente 5G. Sin embargo, esta decisión fue suspendida y pospuesta derivado de la pandemia del COVID-19⁸⁵.

3.3 Armonización por Región sobre atribución y uso de Banda C.

La asignación de bandas para servicios IMT y redes 5G refleja una clara tendencia hacia la armonización internacional, con países como Alemania, Francia, Japón y Estados Unidos utilizando frecuencias entre 3700 MHz y 4200 MHz para redes móviles de quinta generación. Esta coincidencia facilita la interoperabilidad tecnológica y promueve economías de escala en infraestructura y dispositivos.

Al mismo tiempo, al comparar las tres regiones en las cuales la UIT divide al mundo, como se muestra en la *Ilustración 2*, *Ilustración 3* e *Ilustración 4*, se observa una coexistencia estratégica de SF, SFS e IMT (redes 5G) en ciertas porciones de la banda, lo que evidencia un enfoque de uso compartido del espectro que maximiza su eficiencia sin comprometer la calidad de los servicios.

⁸⁴ Technical Arrangements of the 3.5 GHz Band Consultation. Consultable en: <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/consultations/technical-arrangements-of-the-3-5-ghz-band?m=296366#search:MyA1IGdoiBiYW5k>

⁸⁵ Auction 20. Radio Spectrum Management. Consultable en: <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/auctions/completed-spectrum-auctions-1996-present/auction-20>

Banda (MHz)	Región 1											
	Alemania		Austria		Bélgica		Francia		Israel		Italia	
	IMT/5G	SF SFS	IMT/5G	SF SFS	IMT/5G	SF SFS	IMT/5G	SF SFS	IMT/5G	SF SFS	IMT/5G	SF SFS
3700	○		○		○		○		○		○	
3750	○		○		○		○		○		○	
3800	○		○				○		○		○	
3850		○		○		○		○		○		○
3900		○		○		○		○		○		○
3950		○		○		○		○		○		○
4000		○		○		○		○		○		○
4050		○		○		○		○		○		○
4100		○		○		○		○		○		○
4150		○		○		○		○		○		○
4200		○		○		○		○		○		○

La vista se desglosa por Region, País y Servicios vs. Banda (MHz).
Ilustración 2- Atribución de servicios Banda C Región 1

Banda (MHz)	Región 2									
	Canadá			Chile			Colombia		Estados Unidos de América	
	IMT/5G	SF SFS	SF SFS	IMT/5G	SF SFS	SF SFS	IMT/5G	SF SFS	IMT/5G	SF SFS
3700				○			○		○	
3750	○			○			○		○	
3800	○					○			○	
3850	○				○			○		
3900	○				○			○		
3950	○				○			○		
4000			○		○				○	
4050		○			○				○	
4100		○			○				○	
4150		○			○				○	
4200		○			○				○	

La vista se desglosa por Region, País y Servicios vs. Banda (MHz).
Ilustración 3- Atribución de servicios Banda C Región 2

Banda (MHz)	Región 3				
	Australia		Japón		Nueva Zelanda
	IMT/5G	SF SFS	SFS	IMT/5G	SFS
3700	○		○		○
3750	○		○		○
3800	○		○		○
3850		○	○		○
3900		○	○		○
3950		○	○		○
4000		○	○		○
4050		○	○		○
4100		○	○		○
4150		○	○		○
4200		○	○		○

La vista se desglosa por Region, País y Servicios vs. Banda (MHz).
Ilustración 4- Atribución de servicios Banda C Región 3

Capítulo 4. Análisis del uso y atribución en la Banda C en México.

4.1 Marco jurídico y atribución de la Banda C en México.

De conformidad con los artículos 54 y 56 de la Ley, el espectro radioeléctrico es un bien del dominio público cuya administración corresponde al Instituto, en apego a la Constitución, a la propia Ley, a los tratados internacionales suscritos por México y, en lo aplicable, a las recomendaciones de la UIT. En este marco, el CNAF es la disposición administrativa mediante la cual se determina el o los servicios de radiocomunicaciones a los que se atribuye cada banda, delimitando los usos permitidos y armonizando el ordenamiento nacional con el RR de la UIT. La inclusión de una banda en el CNAF no es meramente declarativa ya que define qué servicios pueden operar en ella, orienta la planificación y el otorgamiento de títulos habilitantes y facilita la coordinación internacional.

En el caso de la Banda C (3700 – 4200 MHz), el CNAF la atribuye al SFS (espacio-Tierra) y, a título secundario, al SF, en concordancia con el RR de la UIT. Esta atribución se complementa con notas nacionales y con instrumentos bilaterales que refuerzan su uso satelital histórico:

CNAF 2024
3700 - 4200 MHz
FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)
Fijo
MX215 MX230A MX230B

Tabla 21. Atribución de la Banda C en México.

MX215 Las bandas de frecuencias 3.7 - 4.2 GHz (espacio-Tierra) y 5.925 - 6.425 GHz (Tierra-espacio), son ampliamente utilizadas para la provisión del servicio fijo por satélite. Esta banda se encuentra asociada a las posiciones orbitales geoestacionarias 113° Oeste, 114.9° Oeste y 116.8° Oeste, notificadas por México ante la UIT.

MX230A El 8 de noviembre de 1996, se firmó en Washington D.C., el Protocolo entre México y los Estados Unidos de América relativo a la transmisión y recepción de señales de satélites para la prestación de los servicios de difusión directa al hogar por satélite. Las bandas a las que se hace referencia en el Protocolo son las siguientes:

Para servicios de Difusión Directa al Hogar de Servicio Fijo por Satélite:	
Enlace ascendente	Enlace descendente
5.925-6.425 GHz	3.70-4.20 GHz

...

MX230B El 16 de octubre de 1997, se firmó el Protocolo concerniente a la transmisión y recepción de señales de satélites para la prestación de servicios fijos por satélite en los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América. En este documento se establecen las condiciones y los criterios técnicos para la prestación de Servicios Fijos por Satélite, hacia, desde, y dentro de los territorios de ambos países. Las bandas a las que se aplica el Protocolo son las siguientes:

Enlace ascendente

5.925-6.425 GHz

Enlace descendente

3.70-4.20 GHz

Estas disposiciones confirman que la Banda C no sólo está atribuida a nivel nacional al SFS, sino que su uso se encuentra coordinado internacionalmente, por lo que el Estado mexicano debe asegurar su operación libre de interferencias perjudiciales y preservar su disponibilidad para la prestación de servicios esenciales de telecomunicaciones.

4.2 Ocupación de la Banda C en México.

En México, la explotación de la Banda C se lleva a cabo a través de dos tipos de títulos habilitantes: el título de concesión para ocupar una posición geoestacionaria asignada al país y explotar sus respectivas bandas de frecuencias asociadas, y el título de autorización para explotar los derechos de emisión y recepción de señales y bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar servicios en el territorio nacional (autorización de aterrizaje de señales).

En el primer caso, se trata de concesiones vinculadas con recursos orbitales notificados por México ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones, lo que asegura la soberanía nacional sobre posiciones geoestacionarias y el espectro asociado. Actualmente, existen tres concesiones de este tipo otorgadas a Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (Eutelsat Américas), todas con vigencia de 20 años a partir del 24 de octubre de 2017 y con vencimiento en 2037, información que puede ser consultada en el *Mapa de Satélites con Huella en México*⁸⁶, como se observa a continuación:

Enlace Descendente (MHz)	Vigencia (años)	POG	Empresa	Vida Útil Nominal*	Fecha de vencimiento del expediente ante la UIT **	Expediente Satelital	Operador Satelital	Folio RPC ***
3700 - 4200	20	116.8° LO	SATÉLITES MEXICANOS, S.A. DE C.V.	Marzo 2028	24-08-2030	SATMEX 8	EUTELSAT AMERICAS	FET070497CO -100649

⁸⁶ Consultable en: <https://mapasatelital.ift.org.mx/geoestacionariosc>

Enlace Descendente (MHz)	Vigencia (años)	POG	Empresa	Vida Útil Nominal*	Fecha de vencimiento del expediente ante la UIT **	Expediente Satelital	Operador Satelital	Folio RPC ***
3700 – 4200 ⁸⁷	20	113° LO	SATÉLITES MEXICANOS, S.A. DE C.V.	Sin satélite	22-02-2041	SATMEX 7	EUTELSAT AMERICAS	FET070496CO -100649
3700 – 4200	20	114.9° LO	SATÉLITES MEXICANOS, S.A. DE C.V.	Octubre 2030	28-07-2046	MEXSAT- 114.9 C-KU	EUTELSAT AMERICAS	FET005372CO -100649

* En términos de lo indicado en la fracción LXI del numeral 3 de las Disposiciones Regulatorias en materia de Comunicación Vía Satélite.
 ** Datos extraídos de la base de datos ITU Space Explorer. Consultable en: <https://www.itu.int/itu-r/space/apps/public/spaceexplorer/networks-explorer>
 *** Consultable en: <https://rpc.ift.org.mx/vrpc>

Tabla 22 Concesiones en Banda C en México
Fuente: Mapa de Satélites Geoestacionarios con Huella en México

De acuerdo con la tabla anterior, los satélites ubicados en las posiciones orbitales geoestacionarias 116.8° y 114.9° longitud Oeste tienen una vida útil estimada hasta los años 2029 y 2031, respectivamente. Sin embargo, dicha vida útil podría prolongarse más allá de esas fechas con una operación eficiente que optimice el consumo de combustible, o mediante la transición a una órbita inclinada. Esta última estrategia constituye una práctica común en la gestión de satélites geoestacionarios, permitiendo extender su funcionalidad operativa una vez concluida la fase nominal.

En el segundo caso, se trata de autorizaciones que habilitan a empresas mexicanas para aprovechar la capacidad de satélites extranjeros con cobertura en territorio nacional, ampliando la oferta de servicios disponibles. Actualmente, existen siete autorizaciones vigentes en la Banda C, otorgadas a empresas como ORGTEC, SES México, Hispasat México, Multimedia CTI y PanAmSat de México, vinculadas con operadores internacionales como Intelsat, SES, Hispasat, Eutelsat e Inmarsat.

Enlace Descendente (MHz)	Vigencia (años)	Empresa	Fecha de asignación de la autorización	Fecha de vencimiento de la autorización	Operador Satelital	Folio RPC
3700 - 4200	20	ORGTEC, S. DE R.L. DE C.V.	03-08-2009	03-08-2029	INMARSAT	FET005552C O-104092
4198.0 – 4198.4 4199.6 – 4200.0	10	SATÉLITES MEXICANOS, S.A. DE C.V.	18-12-2015	18-12-2025*	EUTELSAT AMERICAS	FET085884A U-100649
3700 - 4200	10	ORGTEC, S. DE R.L. DE C.V.	29-01-2016	29-01-2026	Intelsat	FET085936A U-104092
3700 - 4200	10	HISPASAT MÉXICO, S.A. DE C.V.	24-08-2017	24-08-2027	Hispasat	FET096162A U-100678

⁸⁷ En lo concerniente a la posición orbital geoestacionaria 113° longitud Oeste, el Pleno del Instituto en su sesión ordinaria XVII del 10 de julio de 2024 aprobó la Resolución P/IFT/100724/265, mediante la cual se estableció el plan de reemplazo. En dicha resolución se determinó, entre otras condiciones, que:

"D) Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. deberá presentar en un plazo de 30 días hábiles contados a partir del día siguiente aquél en el que surta efectos su notificación, la solicitud de modificación a su Concesión a que se refiere en el Antecedente Primero de la presente Resolución con la finalidad de suprimir las frecuencias de la banda C correspondiente a los rangos del espectro radioeléctrico 3.7 – 4.2 GHz y 5.925 – 6.425 GHz."

Enlace Descendente (MHz)	Vigencia (años)	Empresa	Fecha de asignación de la autorización	Fecha de vencimiento de la autorización	Operador Satelital	Folio RPC
3700 - 4200	10	SES MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.	24-01-2019	24-01-2029	SES S.A.	FET098029A U-100737
3700 - 4200	10	MULTIMEDIA CTI, S.A. DE C.V.	11-08-2021	11-08-2031	Intelsat	FET005437A U-106967
3700 - 4200	10	PANAMSAT DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	11-08-2021	11-08-2031	Intelsat	FET005432A U-100722

* El 23 de febrero de 2024, el Instituto resolvió otorgar la prórroga de esta autorización, la cual tendrá una vigencia de 10 años contados a partir del 18 de diciembre de 2025.

Tabla 23 Concesiones en Banda C en México

Fuente: Mapa de Satélites Geoestacionarios con Huella en México

En conjunto, seis empresas cuentan con títulos de concesión y/o autorizaciones que permiten la operación de la Banda C en México. A través de estos títulos habilitantes, actualmente 55 satélites con carga útil en la Banda C tienen cobertura y capacidad de ofrecer servicios en el país, lo que representa un claro indicador de la ocupación y el uso intensivo de la Banda C en nuestro país y asegura disponibilidad de capacidad satelital en el corto y mediano plazo.

Capítulo 5. Prospectiva del uso de la Banda C en el mundo.

5.1 Análisis desde una perspectiva global.

Considerando la información de secciones previas, se observa que, desde una perspectiva global, la Banda C forma parte de las bandas medias que han sido objeto de análisis en el marco del UIT-R con relación a su potencial uso para las IMT; en particular, durante la CMR-23, en la cual se discutió la posibilidad de armonizar globalmente la banda 3300 – 4200 MHz para su identificación a título primario para el SM. Si bien no se alcanzó un acuerdo de armonización del espectro a nivel mundial, se han logrado avances relevantes: en la Región 1, un total de 59 administraciones identificaron la banda 3600 – 3800 MHz para IMT, mientras que en la Región 2, 13 administraciones manifestaron su intención de utilizar la banda 3700 – 3800 MHz para ese mismo fin.

En ese mismo sentido, el estudio “*Estimating the mid-band spectrum needs in the 2025-2030 time frame*” publicado por GSMA y elaborado por la consultora Coleago⁸⁸, identifica la banda 3300 – 4200 MHz como una de las bandas clave para el despliegue de redes 5G, debido a que combina características de propagación favorables con la posibilidad de disponer de

⁸⁸ Estimating the mid-band spectrum needs in the 2025-2030 time frame. Consultable en: <https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2021/07/Estimating-Mid-Band-Spectrum-Needs.pdf>

ancho de banda contiguo suficiente. El estudio señala que, para cumplir con los objetivos de capacidad de las redes IMT-2020 entre ellos, velocidades mínimas de 100 Mbit/s en enlace descendente y 50 Mbit/s en enlace ascendente, así como una capacidad para soportar hasta 1 millón de conexiones por km², es indispensable que los operadores cuenten con al menos 100 MHz de espectro contiguo dentro de la banda media, en línea con los parámetros establecidos en el Informe UIT-R M.2410⁸⁹.

En consonancia con lo anterior, el 3GPP, en su *Release 16*, incorporó las bandas n77 (3300 – 4200 MHz) y n78 (3300 – 3800 MHz) como bandas identificadas para IMT-2020 en modo TDD, lo cual confirma que el rango 3300 – 4200 MHz es considerado por la industria como banda prioritaria para el desarrollo de redes 5G a escala global.

Banda del 3GPP	Enlace ascendente	Enlace descendente	Duplexaje
n78	3300-3800 MHz	3300-3800 MHz	TDD
n77	3300-4200 MHz	3300-4200 MHz	TDD

Tabla 24. Bandas identificadas por el 3GPP

De lo anterior se desprende que la Banda C es considerada a nivel global como una banda clave para 5G, gracias a su equilibrio entre cobertura y capacidad. Esta banda ha sido objeto de estudios y análisis en el marco de la ITU-R, así como de investigaciones centradas en demostrar sus ventajas para 5G. De hecho, el 3GPP incorporó la Banda C en su *Release 16*, lo cual refuerza esta tendencia. Sin embargo, el despliegue y desarrollo actuales se concentran principalmente en el segmento de 3000 a 3700 MHz, mientras que, para frecuencias por encima de 3800 MHz, solo algunos países han considerado su uso para 5G, dado que dicha porción sigue siendo intensamente empleada por sistemas satelitales del SFS y por enlaces fijos inalámbricos.

5.2 Análisis desde el punto de vista regional (región 2).

En el caso de América, considerando los resultados la CMR-23 entorno a la Banda C, se incorporó la nota 5.435B del RR, mediante la cual se identifica la banda 3700 - 3800 MHz para las IMT en un conjunto de países que incluye, entre otros, a Bahamas, Belice, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Estados Unidos, Guatemala, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago y Uruguay de la región de América. Esta identificación habilita a estas Administraciones a utilizar total o parcialmente dicho segmento de la Banda C para el

⁸⁹ Report ITU-R M.2410 Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s). Consultable en:

https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2410-2017-PDF-E.pdf

despliegue de redes móviles avanzadas, siempre que se proteja los sistemas de telecomunicaciones de los países vecinos.

Asimismo, en el marco de la CITEL se adoptó la Recomendación CCP.II/REC. 67 (XLIII-24), denominada *Disposición de Frecuencias para la Implementación del Componente Terrenal de las IMT*⁹⁰. En dicha recomendación se señala que las bandas 3300 – 3800 MHz se encuentran identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones para las IMT, por tanto, constituyen una referencia armonizada a partir de la cual las administraciones de la Región 2 pueden planear el despliegue de sistemas móviles. En este contexto, la Recomendación insta a los Estados Miembros a considerar el uso de la disposición de frecuencias *F3*, que contempla la utilización del rango 3300 – 3800 MHz bajo un esquema TDD, tomando en cuenta la armonización regional, las condiciones técnicas nacionales y la protección de los servicios primarios existentes.

No obstante, aunque existen directrices que permiten la identificación y uso de la Banda C para redes 5G en América, su aplicación no es uniforme en toda la región. Mientras algunos países ya han identificado e incluso asignado parte de esta banda para redes 5G, otros aún no han actualizado sus cuadros de atribución de frecuencias para su posible inclusión.

En definitiva, se observa que en la región de América ya existen directrices para el despliegue de redes 5G; no obstante, no hay una armonización regional para el uso de la Banda C, lo que implica la realización de coordinaciones entre los diversos sistemas de radiocomunicaciones que operan cerca de las fronteras de cada país. Por ello, en América la evolución de 5G de manera regional en la Banda C dependerá de las decisiones de cada país en el corto, mediano o largo plazo, así como el resultado de las coordinaciones o estudios de compatibilidad que se realicen entre los servicios en la misma banda o con los países vecinos, para procurar una operación libre de interferencias perjudiciales.

5.3 Análisis y prospectiva desde el punto de vista local (México).

En nuestro país, al día de hoy, no se han establecido planes de espectro, resoluciones ni políticas públicas que contemplen un cambio en la planeación del uso de la Banda C en el corto o mediano plazo. Considerando el marco regulatorio existente y los resultados emanados de

⁹⁰ Disponible para su consulta: <https://www.oas.org/citevents/es/Documents/DocumentsFile/2803>

la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2023⁹¹, tampoco existen modificaciones respecto al uso de dicha banda en México, lo que refuerza una tendencia de continuidad normativa y estabilidad en el marco regulatorio vigente.

En este contexto, y dado que las concesiones de recursos orbitales otorgadas que contemplan el uso y explotación de la Banda C tienen vigencia hasta 2037, y que la última prórroga de una autorización de aterrizaje de señales concedida en esta banda se extiende hasta 2035, el panorama regulatorio y operativo en México presenta un horizonte de estabilidad durante, por lo menos, la próxima década. Esta condición otorga certeza jurídica y técnica a concesionarios y autorizados, garantizando la continuidad de los servicios satelitales actualmente desplegados en el país.

La estabilidad en los títulos habilitantes, sumada a la ausencia de instrumentos de política pública que sugieran un cambio en las atribuciones de la banda, permite prever que, en el corto plazo, no existirán restricciones inmediatas para la provisión de capacidad satelital en Banda C en nuestro país. Esta situación constituye una ventaja en términos de planeación y seguridad para sectores estratégicos como la radiodifusión, las comunicaciones gubernamentales críticas, la conectividad en zonas rurales y el soporte de telecomunicaciones en casos de emergencia y desastre. Adicionalmente, la Resolución P/IFT/040625/193⁹² del Pleno del Instituto, relativa a la concentración SES-Intelsat, confirma que la Banda C en México, al menos en el corto y mediano plazo, seguiría siendo utilizada por sistemas satelitales. Ya que el documento señala que tanto SES como Intelsat operan servicios satelitales en esta banda, junto con las bandas Ku y Ka, a través de satélites GEO y MEO. La integración de estos grupos en un operador multiórbita refuerza la estabilidad del panorama satelital nacional y anticipa que la Banda C continuará desempeñando un papel importante en la provisión de capacidad para sectores estratégicos, al menos en el corto y mediano plazo.

Sin embargo, la transición tecnológica y la creciente presión de la demanda de espectro para aplicaciones móviles en el mundo, podrían ser un factor para que hacia 2037, se analice el futuro de la Banda C en nuestro país. con

⁹¹ México no es parte de los países indicados en la nota 5.435B del RR, al día de hoy no se tiene conocimiento de alguna propuesta de cambio a dicha nota en el marco de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2027 ni de ni alguna propuesta de estudio para modificar las atribuciones de la Banda C.

⁹² Disponible para su consulta:

https://www.ift.org.mx/sites/default/files/conocenos/pleno/sesiones_pleno/acuerdo_liga/vp_040625_193_confidencial_acc.pdf

base en la experiencia internacional, dicho análisis prospectivo contemplaría, al menos, tres rutas principales:

1. Mantener un uso predominantemente satelital. La Banda C conserva ventajas técnicas insustituibles, especialmente en regiones con climas adversos, donde otras bandas (como Ku o Ka) sufren mayores pérdidas por atenuación, y en zonas rurales donde el despliegue terrestre resulta inviable o costoso. Apostar por la continuidad del modelo actual en el corto plazo garantizaría la provisión de servicios críticos como la radiodifusión⁹³, las comunicaciones gubernamentales y los enlaces de emergencia, asegurando cobertura universal, sin necesidad de modificar la atribución vigente.
2. Impulsar esquemas híbridos satélite-terrestre. La integración de modelos complementarios, que combinen la cobertura amplia del satélite con la capacidad de las redes móviles y fijas, representa un escenario atractivo. En México, esta alternativa podría optimizar el uso de la Banda C, siempre que existan condiciones regulatorias claras para garantizar la compatibilidad y coordinación entre servicios. Este modelo permitiría incluir la Banda C en una estrategia de conectividad integral, orientada a mejorar la calidad y disponibilidad de los servicios para los usuarios finales.
3. Ampliar el espacio para servicios móviles. La reasignación parcial o total de segmentos de la Banda C a servicios de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) permitiría impulsar el despliegue de 5G y atender la creciente demanda de servicios móviles de datos, en especial en entornos urbanos y semiurbanos. Este escenario, sin embargo, implica reducir la capacidad disponible para servicios satelitales y solo sería viable bajo una transición ordenada, con medidas de mitigación para proteger a los usuarios actuales y asegurar la continuidad de operaciones críticas.

De este modo, la definición del futuro de la Banda C no puede reducirse a una mera disyuntiva tecnológica, sino que debe alinearse con las necesidades nacionales de espectro, los objetivos de conectividad universal y las prioridades de política pública. La experiencia internacional muestra que, en muchos casos, se ha buscado un equilibrio dinámico: preservar

⁹³ Nota: Como se señaló anteriormente, la distribución de contenidos en Banda C se realiza mediante el SFS, lo cual debe distinguirse del BSS (radiodifusión directa al usuario en bandas como Ku o Ka). En este contexto, mantener un uso predominantemente satelital garantiza no solo la continuidad de dicha función crítica, sino también la provisión de servicios esenciales como comunicaciones gubernamentales y de emergencia.

parte de la Banda C para servicios satelitales esenciales y, al mismo tiempo, liberar segmentos para aplicaciones móviles.

En México, aunque el marco actual de concesiones ofrece estabilidad, no debe perderse de vista que las condiciones regulatorias pueden cambiar en cualquier momento. Un ejemplo de ello es la Resolución P/IFT/100724/265 del Pleno del Instituto, mediante la cual se prevé la modificación de una concesión para eliminar el uso de la Banda C estándar en una posición orbital, tras la decisión empresarial de no incorporar dicha capacidad en el satélite de reemplazo. Este caso ilustra cómo, aun cuando la Banda C mantiene relevancia estratégica, su explotación efectiva depende tanto de decisiones empresariales como regulatorias, especialmente en la planificación de satélites y recursos orbitales.

A la luz de lo anterior, el futuro de la Banda C en México deberá considerar no solo los antecedentes regulatorios, sino también los insumos derivados de consultas públicas y procesos de participación sectorial. Un ejemplo es la XXII Sesión Ordinaria del Pleno del IFT (4 de septiembre de 2024), donde se aprobó el Acuerdo de Registro de Estaciones Terrenas Receptoras en la Banda C (3.7–4.2 GHz). Este instrumento, publicado en el Diario Oficial de la Federación, busca generar información estratégica para:

- Coordinar y proteger los sistemas satelitales que operan en la Banda C en todo el territorio nacional, conforme al Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.
- Sustentar futuras decisiones regulatorias y de política pública relacionadas con esta y otras bandas.
- Fortalecer la cooperación internacional en materia de uso de espectro en zonas fronterizas.
- Evaluar medidas de prevención frente a posibles interferencias y optimizar la planificación del despliegue de nuevos servicios.

Asimismo, entre el 28 de noviembre de 2023 y el 7 de marzo de 2024, el Instituto llevó a cabo la Consulta pública de integración del Cuestionario sobre prospectiva de recursos orbitales en México. En este ejercicio se plantearon temas específicos sobre la Banda C, entre ellos, la sustituibilidad de sus servicios en otras bandas, las perspectivas de uso a corto, mediano y largo plazo, y los impactos derivados de modificaciones en su atribución a nivel regional y mundial.

Los comentarios recibidos coincidieron en un punto esencial: no existe un sustituto técnico real y económicamente viable para la Banda C, al menos en el corto plazo. Sus características de propagación y su resistencia a la atenuación por lluvia la hacen apropiada para asegurar la continuidad de servicios en regiones de difícil acceso o con climas adversos. A diferencia de otras bandas (Ku o Ka), la Banda C ofrece una cobertura geográfica más amplia y altos niveles de disponibilidad, factores críticos para garantizar servicios esenciales de telecomunicaciones y radiodifusión en México.

En este sentido, la información recabada en consultas y acuerdos regulatorios constituye un insumo clave para la planeación futura, al tiempo que permite alimentar el debate sobre la conveniencia de mantener el esquema actual o avanzar hacia esquemas de coexistencia, en línea con experiencias internacionales donde se han adoptado soluciones mixtas.

De esta forma, el análisis prospectivo no deja ver que la Banda C seguiría siendo un recurso estratégico para México en los próximos años, pero también revela la necesidad de diseñar políticas públicas que equilibren su preservación como soporte de servicios satelitales críticos ante la creciente presión por destinar espectro a aplicaciones móviles de nueva generación.

Conclusiones

Durante más de cuatro décadas, la Banda C ha desempeñado un papel clave dentro del ecosistema de telecomunicaciones mundial, al permitir la prestación de servicios satelitales con altos niveles de disponibilidad, resiliencia frente a condiciones meteorológicas adversas y cobertura en zonas de difícil acceso.

Al mismo tiempo, el crecimiento exponencial del tráfico de datos y la expansión de las redes móviles de quinta generación han colocado a esta banda en el centro del debate internacional, al considerarse una opción viable para complementar la disponibilidad de espectro en bandas medias (entre 1 y 8 GHz).

A lo anterior se suma que los modelos de uso compartido o de reubicación gradual pueden generar beneficios netos del orden de decenas de miles de millones de dólares⁹⁴ al facilitar el despliegue de redes 5G y habilitar nuevos servicios digitales. Esta situación ha requerido una evaluación estratégica que equilibre tanto las necesidades de continuidad del SFS como las oportunidades derivadas de un posible aprovechamiento para servicios móviles avanzados.

El presente estudio evidencia el doble valor estratégico del segmento de la Banda C (3700 – 4200 MHz): por un lado, su papel en la provisión de servicios satelitales esenciales; por el otro, su creciente relevancia como segmento crítico para el despliegue de redes 5G.

La tendencia global apunta hacia la reasignación parcial del segmento 3700 – 3800 MHz para servicios móviles, aunque esta transición enfrenta múltiples desafíos técnicos, regulatorios y operativos. Ante este panorama, cualquier ejercicio de prospectiva sobre el uso futuro de la Banda C deberá incluir un análisis integral que permita, en su caso, replantear su atribución y condiciones de uso.

Este análisis deberá considerar tanto el avance tecnológico como la creciente demanda de espectro para aplicaciones móviles de nueva generación, sin comprometer la continuidad de servicios esenciales ni los derechos de los operadores incumbentes.

⁹⁴ Estimaciones del sector señalan que la disponibilidad de espectro en bandas medias, como la Banda C, podría impulsar hacia 2030 un incremento de más de 610 mil millones de dólares en PIB global, equivalentes al 65 % del valor económico total esperado del ecosistema 5G.

En el plano internacional, distintas administraciones, como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Japón, Brasil y Australia, han implementado procesos de reasignación parcial de la banda, acompañados de mecanismos de compensación y medidas de protección a estaciones terrenas. En América Latina, países como Brasil y Colombia han mostrado que la coexistencia técnica mediante bandas de guarda, filtros o zonas de exclusión puede garantizar la continuidad del servicio satelital.

Por ello, a pesar de que los operadores satelitales también cuentan con operaciones en las bandas Ku y Ka, las cuales ofrecen ventajas en capacidad y eficiencia espectral, es un hecho innegable que la Banda C continúa siendo particularmente adecuada para regiones tropicales, donde su resistencia a la atenuación por lluvia sigue siendo un atributo crítico para asegurar la disponibilidad del servicio.

En el caso de México, la ocupación de la Banda C se sustenta en un marco jurídico conformado por concesiones para posiciones orbitales asignadas al país y autorizaciones para sistemas satelitales extranjeros, lo que ha permitido disponer de capacidad estable y certidumbre regulatoria en el corto y mediano plazo.

A ello se suman los resultados de la consulta pública sobre recursos orbitales y del registro de estaciones terrenas, que muestran una visión local distinta, más allá de las tendencias globales: la Banda C en México sigue siendo conveniente para comunicaciones confiables en zonas rurales o climáticamente adversas.

Bajo este escenario, en México se deberá valorar hacia 2037, año en que concluye la vigencia de las concesiones de recursos orbitales otorgadas en la Banda C, las posibles trayectorias regulatorias y de política pública que han surgido con base en la experiencia internacional:

- a) mantener un uso predominantemente satelital, asegurando la continuidad de servicios críticos;
- b) promover esquemas híbridos, que permitan un aprovechamiento más eficiente del espectro mediante soluciones satelitales y terrestres, o
- c) destinar parcial o totalmente la banda a servicios móviles avanzados, bajo un proceso de transición ordenada y con mecanismos de protección a usuarios actuales.

La elección dependerá no solo de criterios técnicos y económicos, sino también de los objetivos de conectividad, de la política nacional de

espectro y de la necesidad de armonizarse con tendencias regionales e internacionales.

En el corto y mediano plazo, será fundamental realizar un análisis con un enfoque equilibrado, considerando aquellos segmentos de la Banda C que, bajo las condiciones actuales, siguen siendo utilizados ampliamente para el SFS, particularmente en regiones rurales, en condiciones meteorológicas adversas y en aquellas donde no es viable desplegar infraestructura terrestre.

Esta consideración no implica descartar otras alternativas tecnológicas, ni asumir que el SFS depende exclusivamente de la Banda C. Por el contrario, se reconoce que, en determinados entornos, esta banda mantiene un papel importante en la provisión de comunicaciones críticas, la atención de emergencias y la distribución de contenidos en redes profesionales y gubernamentales.

Sin embargo, este análisis también deberá considerar los desafíos técnicos que enfrenta la habilitación de servicios móviles terrestres y el uso satelital en Banda C en nuestro país. Entre ellos destacan las interferencias perjudiciales en bandas adyacentes y en co-canal, particularmente en zonas fronterizas, y los retos de coexistencia técnica, incluso con medidas de mitigación como filtros o zonas de exclusión. Estos factores deben ser ponderados al definir la viabilidad de expandir la prestación de servicios móviles terrestres en la Banda C en el mediano o largo plazo en México.

Asimismo, como se ha mencionado previamente, resulta pertinente considerar, en algún momento, el análisis de la demanda de espectro para servicios móviles terrestres, así como del valor de oportunidad de la Banda C en el mercado del espectro. No valorar posibles cambios en esta banda podría implicar, ante una eventual asignación, la renuncia a beneficios sociales y económicos que podrían derivarse de un uso distinto al actual, como sería su aprovechamiento para servicios móviles terrestres.

Paralelamente, puede explorarse de forma planificada la reutilización del espectro para IMT/5G mediante modelos de coexistencia técnica como bandas de guarda, zonas de exclusión, límites fuera de banda o esquemas de compartición dinámica. Para ello, resulta útil considerar las experiencias internacionales, donde se han aplicado mecanismos de compensación, planes de migración ordenada y medidas de mitigación técnica que permiten una reconversión, sin afectar la operación de los sistemas existentes.

Finalmente, cualquier decisión de asignación deberá articularse con una estrategia regional que garantice armonización espectral y la compatibilidad internacional, en línea con los trabajos de la CITEL y la UIT-R. De igual forma, el diseño de los mecanismos nacionales deberá equilibrar criterios técnicos, económicos, sociales y territoriales, asegurando un adecuado uso del espectro que beneficie a toda la población. Esto supone, por un lado, dotar a los operadores móviles de condiciones adecuadas para desplegar redes avanzadas y, por otro, proteger los servicios satelitales que resultan esenciales para la atención de emergencias y la conectividad en regiones sin alternativas tecnológicas.

Solo reconociendo el valor estratégico de la Banda C será posible garantizar un uso eficiente, equilibrado y sostenible de este recurso, en beneficio del interés público y orientado a promover el bienestar social, la transformación digital y la reducción de las brechas de conectividad en el país.

Bibliografía

1. Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5738653&fecha=10/09/2024#gsc.tab=0
2. Recomendación UIT-R V.431-8 "Nomenclatura de las bandas de frecuencias y de las longitudes de onda empleadas en telecomunicaciones". Disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/v/R-REC-V.431-8-201508-!!!PDF-S.pdf
3. Misión y actividades de la UIT-R. Consultable en: <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/itu-r-managing-the-radio-frequency-spectrum-for-the-world.aspx>
4. Artículo 13 de la Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Consultable en: <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-S.pdf>
5. Información de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones. Consultable en: <https://www.itu.int/es/ITU-R/conferences/wrc/Pages/default.aspx>
6. Actas Finales de la CMR-23 pueden ser consultadas en la página de la UIT. Consultable en: <https://www.itu.int/hub/publication/r-act-wrc-16-2024/>
7. El Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) de la UIT. Consultable en: <https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2024/#/es>
8. Artículo 1 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) Sección II – Términos específicos relativos a la gestión de frecuencias. Consultable en: <https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2024/#/es>
9. Recomendación UIT-R V.431-8-UIT (08/2015). Consultable en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-V.431-8-201508-I/es>
10. Resolución 99 (Rev. Dubái, 2018) de la Conferencia de Plenipotenciarios y habida cuenta del Acuerdo provisional entre Israel

- y Palestina de 28 de septiembre de 1995. Consultable en:
<https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/RES-099-S.pdf>
11. Estudios de compartición entre los sistemas de Telecomunicaciones Móviles Internacionales Avanzadas y las redes de satélites geoestacionarios del servicio fijo por satélite en las bandas de frecuencias de 3 400-4 200 MHz y 4 500-4 800 MHz en el ciclo de estudios de la CMR previo a la CMR-15. UIT. Consultable en:
https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-S.2368-2015-PDF-E.pdf
 12. Artículo 1 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) Sección I – Términos generales. Consultable en:
<https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2024/#/es>
 13. Recomendación UIT-R M.1224-1 - Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT). Consultable en:
https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-!!PDF-S.pdf
 14. Informe UIT-R M.2078-Estimación de los requisitos de anchura de banda de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2078-2006-PDF-S.pdf
 15. Unidad de la comunicación de la Unión, “*Los operadores de satélites en contra de la utilización móvil de la banda C*”. Consultable en:
<https://www.itu.int/itunews/manager/display.asp?lang=es&year=2007&issue=08&ipage=C-band#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20hay%20unos%20160%20sat%C3%A9lites%20en,de%20unos%20180%20Gbit%2Fs%20en%20el%20mismo%20momento.>
 16. Informe UIT-R SM.2012-6 “*Aspectos económicos de la gestión del espectro*”. Consultable en:
https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Fdms_pub%2Fitu-r%2Fopb%2Frep%2FR-REP-SM.2012-6-2018-MSW-S.docx&wdOrigin=BROWSELINK
 17. Estudio “*El impacto económico de cada 100 MHz adicionales de espectro de banda media para telefonía móvil*”, NERA (Economics Experts Experience), 22 de enero de 2025. Consultable en:

<https://api.ctia.org/wp-content/uploads/2025/01/The-economic-impact-of-allocating-mid-band-spectrum-to-mobile.pdf>

18. Estudio “Compartir el espectro es clave para maximizar el valor”, The Brattle Group <https://spectrumfuture.com/new-study-spectrum-sharing-key-to-maximizing-value/>
19. Estudio “El camino hacia las redes 5G experiencia hasta la fecha y desarrollos futuros”, OECD DIGITAL ECONOMY PAPERS, julio 2019. Consultable en: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/07/the-road-to-5g-networks_057e02f4/2f880843-en.pdf
20. Estudio “Beneficios socioeconómicos de los servicios 5G de banda media”, GSMA, febrero 2022. Consultable en: <https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2024/12/Mid-band-5G-Spectrum-Benefits.pdf>
21. Estudio “TABLA EUROPEA DE ASIGNACIONES DE FRECUENCIAS Y APLICACIONES EN EL RANGO DE FRECUENCIAS DE 8,3 kHz A 3000 GHz (ECA TABLE)”, Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), Aprobado en Octubre 2021, Actualizado 8 de marzo 2024. Consultable en: <https://docdb.cept.org/download/4468>
22. Decisión ECC (11)06 Harmonise frequency arrangements and least restrictive technical conditions (LRTC) for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the band 3400-3800 MHz. Consultable en: <https://docdb.cept.org/download/1531>
23. PLAN DE FRECUENCIAS de conformidad con el artículo 54 de la Ley de Telecomunicaciones (TKG) sobre la asignación del rango de frecuencias de 0 kHz a 3000 GHz entre los usos de frecuencias y sobre las especificaciones para estos usos de frecuencias. Marzo 2022. Consultable en: https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/20210114_frequenzplan.pdf
24. Informe de Actividades 2022-2023 de la Agencia Federal de Redes alemana, diciembre 2023. Consultable en:

<https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Taetigkeitsberichte/2023/taetigkeitsberichttk20222023.pdf>

25. Resultado de subasta en la que resultaron ganadoras las empresas *Deutsche Telekom, Telefónica, Vodafone* y *1&1 Drillisch* para el segmento 3700 – 3800 MHz. consultable en:

<https://nrl.northumbria.ac.uk/id/eprint/51181/1/dprg-08-2022-0090.pdf>

26. Gaceta Oficial de la Ley Federal auténtica de 2004. Consultable en:

<https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2023/61>
https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40251377/II_61_2023_Anlage_1.pdf

27. Ley federal consolidada: Disposiciones legales completas para la Ley de Telecomunicaciones de 2021, versión del 12 de septiembre de 2025. Consultable en:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011678>

28. Plan para futuras adjudicaciones de espectro ECS armonizado para uso móvil y de banda ancha Plan de liberación de espectro 2022-2026. Consultable en:

https://www.rtr.at/TKP/was_wir_tun/telekommunikation/spectrum/framework/Spectrum_Release_Plan_2022-2026.en.pdf

29. Adjudicación de la frecuencia 5G de 3,4 a 3,8 GHz: antecedentes Consultables en:

- a) https://www.rtr.at/TKP/was_wir_tun/telekommunikation/spectrum/procedures/Procedure_3600MHz_2019/5G-Auction-Background.en.html
- b) <https://www.commsupdate.com/articles/2019/03/08/austrian-5g-auction-raises-eur188m/>
- c) <https://5gobservatory.eu/austrian-3-4-3-8-ghz-spectrum-auctions/>

30. Plan de frecuencias, Belgian Institute for Postal Services and Telecommunications. Consultable en:

<https://www.bipt.be/operators/frequency-plan>

31. Consulta sobre un proyecto de propuesta de Real Decreto sobre redes locales de radio de banda ancha privadas. Consultable en:

<https://www.bipt.be/operators/publication/consultation-on-a-draft-proposal-for-a-royal-decree-on-private-broadband-radio-local-area-networks>

32. Decreto real relativo al acceso al espectro radioeléctrico en la banda de frecuencias 3400 - 3800 MHz. 23 de diciembre de 2021 Consultable en:

<https://www.ejustice.just.fgov.be/eli/arrete/2021/11/28/2021022604/justel#LNK0003>

33. Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Francia, Consultable en:

https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/tnrbf/TNRBF_2023-02-16t.pdf

34. Autoridad de Regulación de Comunicaciones Electrónicas, Postales y de Distribución de Prensa (del francés *Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse* - Arcep). Consultable en:

<https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiques/detail/n/5g-141223.html>

35. Licitación del Ministerio de Comunicaciones de Israel lanzó una licitación que incluyó frecuencias en el rango 3600 – 3800 MHz. Consultable en:

https://www.gov.il/BlobFolder/news/14072019_01/he/5th%20Gen%20ender%20-%20English.pdf

36. Plan Nacional de Asignación de Frecuencias (del italiano *Piano nazionale di ripartizione delle frequenze*) 2022. Consultable en:

<https://atc.mise.gov.it/index.php/tecnologie-delle-comunicazioni/gestione-spettro-radio/piano-nazionale-di-ripartizione-delle-frequenze>

37. Despliegue de 5G. *Telecom Italia y Vodafone, segmento de la Banda C*. Consultable en: <https://5gobservatory.eu/national-5g-spectrum-assignment/#1533310457982-93376798-7871>

38. REVISTA DE LEYES DE LA REPÚBLICA DE POLONIA, Varsovia, 22 de agosto de 2018. Consultable en:

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180001612/O/D20181612.pdf>

39. Oficina de Comunicaciones Electrónicas Polonia. Resultados de la subasta de cuatro reservas de frecuencia en la banda de 3,6 GHz. 18 de octubre de 2023. Consultable en:
<https://www.uke.gov.pl/blog/aukcja-5g-rozstrzygnieta-operatorzy-rozbuduja-swoje-sieci,94.html>
40. OFCOM, UK Frequency Allocation Table (UKFAT) Consultable en:
<https://static.ofcom.org.uk/static/spectrum/fat.html#>
41. Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL). Consultable en:
<https://www.oas.org/ext/es/principal/oea/nuestra-estructura/entidades-y-organismos/citel/Acerca-de/Detalles/acerca-de-la-citel>
42. Canadian Table of Frequency Allocations – MHz. Consultable en:
<https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/canadian-table-frequency-allocations-sf10759#s2.2>
43. Decisión sobre el marco técnico y de políticas para la banda de 3650-4200 MHz y cambios en la asignación de frecuencias de la banda de 3500-3650 MHz. Consultable en:
<https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/spectrum-allocation/3650-4200-mhz/decision-technical-and-policy-framework-3650-4200-mhz-band-and-changes-frequency-allocation-3500>
44. Marco de políticas y licencias para el espectro en la banda de 3800 MHz. Consultable en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/spectrum-allocation/policy-and-licensing-framework-spectrum-3800-mhz-band>
45. Observaciones sobre la subasta del espectro de frecuencias de 3800 MHz de Canadá. Julio 6 de 2022. Consultable en:
<https://frankrayal.com/2022/07/06/observations-on-canadas-3800-mhz-frequency-spectrum-auction/>
46. Decisión sobre las revisiones de la banda de 3500 MHz para acomodar un uso flexible y decisiones preliminares sobre los cambios en la banda

- de 3800 MHz. Junio 2019. Consultable en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/decision-revisions-3500-mhz-band-accommodate-flexible-use-and-preliminary-decisions-changes-3800-mhz>
47. DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CHILE, jueves 28 de noviembre de 2019. Consultable en: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2019/11/28/42514/01/1686584.pdf>
48. Tecnología y especificaciones Release 15, 26 de abril de 2019. Consultable en: <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-15>
49. Concurso Público 5G para la banda 3,5 GHz, 5G para Chile 2023. Consultable en: <https://www.subtel.gob.cl/concursos5g/>
50. Cuadro Nacional de Atribución de Bandas en Colombia. Consultable en: <https://www.ane.gov.co/SitePages/Gesti%C3%B3n%20t%C3%A9cnica/index.aspx?p=20>
51. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones "Primer borrador de proyecto de resolución para la subasta de 5G en las bandas de frecuencias de 700 MHz, 1900 MHz, AWS extendida, 2500 MHz y 3500 MHz." Consultable en: <https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/2023-08-15-Comentarios-GSOA-subasta-de-5G-en-las-bandas-de-frecuencias-de-700-MHz-1900-MHz-AWS-extendida-2500-MHz-y-3500-MHz.pdf>
52. Agencia Nacional del Espectro (ANE), Consulta pública sobre bandas de frecuencia para en Colombia para IMT. Consultable en: <https://www.ane.gov.co/Sliders/ANE%202024/Documento%20de%20Consulta%202024 %20Bandas%20IMT.pdf>
53. ITU-R WP5D.AR Contribution 347, Informe sobre el estudio de coexistencia de IMT y FSS en la banda de 3,5 GHz en Colombia. Consultable en: <https://www.itu.int/md/R19-WP5D.AR-C-0347>
54. Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones, "Telecomunicaciones móviles Asignación de frecuencia para IMT", 14 de julio de 2025. Consultable en: <https://www.gub.uy/unidad->

[reguladora-servicios-comunicaciones/datos-y-estadisticas/datos/asignacion-frecuencia-para-imt](#)

55. FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION OFFICE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY POLICY AND RULES DIVISION, "FCC ONLINE TABLE OF FREQUENCY ALLOCATION", revisada el 01 de julio de 2022. Consultable en: <https://transition.fcc.gov/oet/spectrum/table/fcctable.pdf>
56. Codeo f Federal Regulations "PART 2—FREQUENCY ALLOCATIONS AND RADIO TREATY MATTERS; GENERAL RULES AND REGULATIONS", octubre 8 de 1998. Consultable en: <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-2>
57. FCC Expands Flexible Use of Mid-band Spectrum, "Expanding Flexible Use of the 3.7 to 4.2 GHz Band, GN Docket No. 18-222", Released on Jul 13, 2018. Consultable en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-expands-flexible-use-mid-band-spectrum>
58. FCC Begins Major 5G Spectrum Auction, "CC Begins Major 5G Spectrum Auction; C-Band Auction of Mid-Band Spectrum Will Further American 5G Leadership", Released On: Dec 8, 2020. Consultable en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-begins-major-5g-spectrum-auction>
59. Expanding Flexible Use of the 3.7 to 4.2 GHz Band Report and Order and Order of Proposed Modification, GN Docker No. 18-122, Febreary 7, 2020. Consultable en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-362358A1.pdf>
60. FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G, "In the Matter of Expanding Flexible Use in the 3.7-4.2 GHz Band, GN Docket No. 18-122", Released On: Mar 3, 2020. Consultable en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-expands-flexible-use-c-band-5g-0>
61. FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction, "Auction of Flexible-Use Service Licenses in the 3.7-3.98 GHz Band for Next-Generation Wireless Services; Notice and Filing Requirements, Minimum Opening Bids, Upfront Payments, and Other Procedures for Auction 107; et al", Released On: Aug 7, 2020. Consultable en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-bidding-procedures-december-c-band-auction-0>

62. Mid-Band Spectrum and the Co-Existence with Radio Altimeters, July 13, 2021. Consultable en: <https://www.5gamericas.org/mid-band-spectrum-and-the-co-existence-with-radio-altimeters/>
63. Federal Aviation Administration, "5G and Aviation Safety", Last updated: Tuesday, December 17, 2024. Consultable en: <https://www.faa.gov/5g>
64. FEDERAL REGISTER, Airworthiness Directives; Transport and Commuter Category Airplanes, A Proposed Rule by the Federal Aviation Administration on 01/11/2023. Consultable en: <https://www.federalregister.gov/documents/2023/01/11/2023-00420/airworthiness-directives-transport-and-commuter-category-airplanes>
65. FIERCE NETWORK INNOVATION AWARDS 2025: Submit by Friday to save with Early Bird rates, By Sue Marek Jan 11, 2023 10:01am. Consultable en: <https://www.fiercewireless.com/wireless/faa-says-26m-will-cover-costs-prevent-5g-interference>
66. FCC ACTS TO FREE UP C-BAND SPECTRUM FOR 5G SERVICES. "Makes 280 Megahertz of the 3.7-4.2 GHz Band Available for 5G Services While Relocating Existing Satellite Operations to the Upper Part of the Band". Consultable en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-362743A1.pdf>
67. Australian Radiofrequency Spectrum Plan, "The Australian Radiofrequency Spectrum Plan outlines how spectrum is used. It provides the local and international rules we must follow.", Last updated: 10 June 2025. Consultable en: <https://www.acma.gov.au/australian-radiofrequency-spectrum-plan>
68. Australian Communications and Media Authority, "Allocation summary – 3.4/3.7 GHz bands (2023)", Last updated: 06 January 2025. Consultable en: <https://www.acma.gov.au/allocation-summary-3437-ghz-bands-2023>
69. Frequency Assignment Plan (as of April 2025). Consultable en: <https://www.tele.soumu.go.jp/e/adm/freq/search/share/plan.htm>
70. Ministerio del Interior y Comunicaciones MIC. "Aprobación del plan de establecimiento de estaciones base específicas para la implantación

del sistema de comunicaciones móviles de quinta generación”, 10 de abril de 2019. Consultable en: https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html

71. Frequency Reorganization Action Plan (revised version for FY 2020). Consultable en: https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/presentation/pdf/20200513Frequency_Reorganization_Action_Plan.pdf

72. Radio Spectrum Management. “Table of Radio Spectrum Usage in New Zealand (PIB 21)” Issue 11 | June 2021. Consultable en: <https://www.rsm.govt.nz/assets/Uploads/documents/pibs/table-of-radio-spectrum-usage-in-new-zealand-pib-21.pdf>

73. Technical Arrangements of the 3.5 GHz Band Consultation. Consultable en: <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/consultations/technical-arrangements-of-the-3-5-ghz-band?m=296366#search:MyA1IGdoiBiYW5k>

74. Auction 20. Radio Spectrum Management. Consultable en: <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/auctions/completed-spectrum-auctions-1996-present/auction-20>

75. Mapa de Satélites con Huella en México. Información Actualizada a julio 2025. Consultable en: <https://mapasatelital.ift.org.mx/geoestacionariosc>

76. Registro Público de Concesiones. Consultable en: <https://rpc.ift.org.mx/vrpc>

77. Estimating the mid-band spectrum needs in the 2025-2030 time frame. Consultable en: <https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2021/07/Estimating-Mid-Band-Spectrum-Needs.pdf>

78. Report ITU-R M.2410 Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s). Consultable en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2410-2017-PDF-E.pdf

79. Resolución mediante la cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones resuelve sobre la concentración radicada bajo

el expediente UCE/CNC-007-2024. Consultable en:
https://www.ift.org.mx/sites/default/files/conocenos/pleno/sesiones_pleno/acuerdo_liga/vp_040625_193_confidencial_acc.pdf