

Estado del espectro radioeléctrico en el Perú y recomendaciones para promover su uso en nuevas tecnologías

Javier More y Daniel Argandoña*

*Gerencia de Políticas Regulatorias y Competencia
Subgerencia de Análisis Regulatorio - OSIPTEL*

Resumen

En nuestro país, el espectro radioeléctrico es un recurso natural, patrimonio de la nación, que es administrado por el Estado. Este recurso constituye el componente fundamental para que los operadores puedan ofrecer servicios inalámbricos, tales como la telefonía móvil o el Internet móvil.

El continuo avance tecnológico, sobre todo el acontecido en los últimos años, hace imperativo que las políticas de gestión del espectro se actualicen de tal forma que permitan la adopción y la masificación de dichos avances, principalmente en lo que respecta a las más recientes evoluciones de las tecnologías móviles, con el fin de satisfacer la siempre creciente demanda de velocidad y Bytes por parte de los usuarios.

En ese sentido, y toda vez que la cantidad de espectro (Hz) está directamente relacionada a las prestaciones y atributos de los servicios que pueden ser ofrecidos por las redes móviles, se requiere que las políticas de gestión de espectro permitan maximizar el uso eficiente del recurso, en un ambiente de competencia.

En el presente documento se aborda el estado actual del espectro, tanto en el Perú como en un conjunto seleccionados de países del mundo, así como los avances normativos implementados. Finalmente se presentan algunas recomendaciones para el breve y mediano plazo.

© 2019 OSIPTEL. Derechos reservados.

Palabras clave: Espectro, MHz, GHz, Internet Móvil, 4G y 5G.

<http://www.osiptel.gob.pe>

* Los autores son miembros por parte del OSIPTEL ante la Comisión Multisectorial Permanente del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias. Se agradece los aportes de José Carlos Aguilar Málaga. Las opiniones vertidas en el presente documento son de responsabilidad exclusiva de los autores, y no reflejan necesariamente la posición del OSIPTEL hasta la emisión de la respectiva posición oficial, de ser el caso. Remitir comentarios y sugerencias a: investigación@osiptel.gob.pe.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS	10
3. MARCO INTERNACIONAL DE LAS BANDAS DE ESPECTRO	11
3.1. Bandas IMT identificadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones	11
3.2. Bandas especificadas para el despliegue de tecnologías LTE según 3GPP	13
3.3. Bandas especificadas para el despliegue de tecnologías 5G según 3GPP	16
3.4. Bandas usadas para el despliegue de redes comerciales LTE y 5G	18
3.5. Primeros despliegues comerciales de redes 5G	20
4. ESTADO ACTUAL DE LAS PRINCIPALES BANDAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ	24
5. IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS BANDAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA EL DESPLIEGUE DE REDES MÓVILES AVANZADAS EN EL PERÚ	29
5.1. Banda de 3.3-3.8 GHz	29
5.2. Banda AWS Extendida	32
5.3. Banda L (Banda de 1500 MHz)	33
5.4. Banda de 600 MHz (Segundo Dividendo Digital)	34
5.5. Bandas Milimétricas	36
6. PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ EN LAS BANDAS 2.3 GHZ Y 2.5 GHZ	40
6.1. Procesos de transferencias en la banda de 2.3 GHz	40
6.2. Procesos de transferencias en la banda de 2.5 GHz	40
7. POLÍTICAS RELEVANTES EN MATERIA DE GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ EMITIDAS LOS ÚLTIMOS AÑOS	46
7.1. Declaración de bandas en reserva e identificación de nuevas bandas IMT	47
7.2. Declaración de reordenamiento de bandas de espectro	49
7.3. Reglamento para el Reordenamiento de una Banda de Frecuencia	49
7.4. Modificación de la canalización de la Banda de 2.5 GHz	51
7.5. Establecimiento de Topes a la asignación del Espectro Radioeléctrico	52
7.6. Norma de Metas de Uso del Espectro Radioeléctrico	52
7.7. Norma que Regula el Arrendamiento de Espectro	54
7.8. Proceso de Reordenamiento de las Bandas de 2.3 y 2.5 GHz	55
7.9. Proceso de Reordenamiento de las bandas de 3.5 GHz	58
8. ASPECTOS RELATIVOS A LAS SUBASTAS DE ESPECTRO	60

8.1.	Principios para la planificación y ejecución de una subasta de espectro....	63
8.2.	Tipos de subasta de espectro.....	64
8.3.	Subastas de espectro realizadas en Europa y América, 2014-2018	70
8.4.	Proceso de licitación de espectro en Francia (2019).....	73
8.5.	Proceso de licitación de espectro en Alemania (2019).....	75
9.	MODELOS DE GESTIÓN DEL ESPECTRO	77
9.1.	Espectro gestionado por Ministerios o Departamentos del sector Comunicaciones o Digital.....	78
9.2.	Espectro gestionado por Reguladores.....	79
9.3.	Espectro gestionado por Ministerios y Reguladores	81
10.	INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y NUEVOS MODELOS DE NEGOCIOS.....	82
10.1.	Equipamiento de red para el despliegue del 5G	82
10.2.	Terminales móviles 5G	83
10.3.	Solución Móvil con <i>backhaul</i> Satelital para zonas remotas o en emergencia.....	84
10.4.	LTE en Bandas No Licenciadas.....	85
10.5.	Propuesta de Mecanismos Supervisados de Compartición y Acceso en el Mercado móvil.....	87
11.	RECOMENDACIONES EN MATERIA DE GESTIÓN DEL ESPECTRO PARA PROMOVER SU USO EN NUEVAS TECNOLOGÍAS E INCREMENTAR LA COBERTURA	90
11.1.	Ordenamiento y canalización de la banda de 800 MHz.....	90
11.2.	Reordenamiento de la banda de 850 MHz y 1900 MHz.....	91
11.3.	Evaluación del uso de bandas de espectro que estarían siendo subutilizadas	92
11.4.	Bandas Milimétricas	93
11.5.	Evaluar la mejor ruta para la licitación de nuevas bandas de espectro	93
11.6.	Obligaciones de cobertura en la Red Vial y en CCPP rurales.....	94
11.7.	Promover el uso compartido activo con espectro	95
11.8.	Estudio de interferencias de la Banda C y Ku	95
11.9.	Estudio para evaluar el uso de nuevas bandas de espectro.....	95
11.10.	Banda E para redes microondas.....	95
11.11.	Fortalecimiento de la Comisión Multisectorial Permanente de Espectro.	96
11.12.	Fomentar la participación de Perú en los WRC (CMR)	97
	ANEXO N° 01: TECNOLOGÍAS 3GPP.....	99

ANEXO N° 02: ESTADO ACTUAL DEL ESPECTRO EN EL PERÚ	104
a) Banda de 385-396 MHz.....	104
b) Banda de 400 MHz.....	104
c) Banda de 450 MHz.....	105
d) Banda de 700 MHz.....	106
e) Banda de 800 MHz.....	106
f) Banda de 900 MHz.....	108
g) Banda de 1900 MHz.....	109
h) Banda de 1910-1930 MHz	109
i) Banda de 1700/2100 MHz (AWS).....	110
j) Banda de 2.3 GHz.....	110
k) Banda de 2.5 GHz.....	111
l) Banda de 3.3 a 3.8 GHz.....	111
ANEXO N° 03: SUBASTAS DE ESPECTRO REALIZADAS EN EUROPA Y AMÉRICA, 2014-2018	114
ANEXO 04: AUTORIDADES DE GESTIÓN DEL ESPECTRO	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01.- Evolución del consumo móvil por Smartphone (2014-2025).....	8
Figura N° 02.- Tecnologías IMT de acuerdo a la UIT	11
Figura N° 03.- Espectro usado en redes LTE, LTE Advanced y LTE-Advanced Pro..	19
Figura N° 04.- Estado del 5G en el mundo.....	21
Figura N° 05.- Redes 5G comerciales	21
Figura N° 06.- Despliegue de Estaciones 5G en Corea del Sur.	22
Figura N° 07.- Estado de la asignación de las bandas bajas y medias.....	26
Figura N° 08.- Estado de la asignación de las bandas altas.....	27
Figura N° 09.- Espectro actualmente utilizado para la prestación de servicios móviles.....	27
Figura N° 10.- Banda de 3.5 GHz	29
Figura N° 11.- Banda C - Satelital.....	30
Figura N° 12.- Estado de la Banda C (n77 y n78) en América.....	30
Figura N° 13.- Licitaciones en Banda C (n77 y n78) para 5G	31
Figura N° 14.- Banda AWS Extendida (AWS-3).....	33
Figura N° 15.- Canalización de la banda AWS Extendida.....	33
Figura N° 16.- Banda L.....	34
Figura N° 17.- Primer y Segundo Dividendo Digital	34
Figura N° 18.- Rango de 24 GHz a 31 GHz	37
Figura N° 19.- Rango de 37 GHz a 40 GHz	38
Figura N° 20.- Estado de la banda de 26/28 GHz en América	38
Figura N° 21.- Transferencias en la Banda de 2.3 GHz.....	40
Figura N° 22.- Banda de 2.5 GHz (1982 – 2007)	41
Figura N° 23.- Banda de 2.5 GHz (1982 – 2007)	42
Figura N° 24.- Transferencias de espectro en la Banda de 2.5 GHz (2009-2017), Lima y Callao	42
Figura N° 25.- Posiciones del OSIPTEL en las últimas transferencias de espectro (Lima y Callao)	43
Figura N° 26.- Posiciones del OSIPTEL en las últimas transferencias de espectro en la Banda de 2.5 GHz (Provincias).....	43
Figura N° 27.- Cronología de las opiniones emitidas por el OSIPTEL en las últimas transferencias de espectro en la Banda de 2.5 GHz.....	44
Figura N° 28.- Normativa emitida por el MTC.....	46
Figura N° 29.- Diagrama simplificado del proceso de Reordenamiento.....	50
Figura N° 30.- Antigua canalización de la Banda de 2.5 GHz	51
Figura N° 31.- Nueva canalización de la Banda de 2.5 GHz	52
Figura N° 32.- Proceso de Reordenamiento de las Bandas de 2.3 GHz y 2.5 GHz.	55
Figura N° 33.- Banda de 2.5 GHz en Lima y Callao.....	55
Figura N° 34.- Espectro de Viettel y OLO en la Banda de 2.5 GHz en algunas provincias.....	56
Figura N° 35.- Banda de 2.5 GHz luego del proceso de reordenamiento	56
Figura N° 36.- Banda de 2.3 GHz antes del proceso de reordenamiento	57

Figura N° 37.- Banda de 2.3 GHz luego del proceso de reordenamiento	58
Figura N° 38.- Proceso de licitación de espectro en Francia	74
Figura N° 39.- Espectro resultante - Alemania	76
Figura N° 40.- Soluciones Single RAN de Nokia, Ericsson y Huawei	82
Figura N° 41.- Solución 5G de Huawei.....	83
Figura N° 42.- Procesadores usados en terminales 5G	84
Figura N° 43.- Solución 2G, 3G y 4G de INTELSAT	85
Figura N° 44.- LTE en Bandas no Licenciadas	86
Figura N° 45.- Propuesta de Mecanismos Supervisados	87
Figura N° 46.- Uso compartido activo y pasivo.....	88
Figura N° 47.- Ordenamiento de la banda de 800 MHz.....	90
Figura N° 48.- Posible ordenamiento de las bandas de 850 y 1900 MHz (Opción 1)..	92
Figura N° 49.- Posible ordenamiento de las bandas de 850 y 1900 MHz (Opción 2)..	92
Figura N° 50.- Alcance de la cobertura móvil (setiembre de 2019).....	94
Figura N° 51.- Enlace microondas de 139 Gbps	96
Figura N° 52.- Participación de países de América en la CMR-19.....	98
Figura N° 53.- Evolución de las tecnologías del grupo 3GPP	99
Figura N° 54.- Evolución de la Tecnología LTE.....	99
Figura N° 55.- Ejemplo de Agregación de Portadoras.....	101
Figura N° 56.- Uso de Modulación de 256QAM.	102
Figura N° 57.- Uso de MIMO 4x4.....	102
Figura N° 58.- Arquitectura 5G.....	103
Figura N° 59.- Banda de 385-396 MHz.....	104
Figura N° 60.- Banda de 400 MHz.....	104
Figura N° 61.- Banda de 450 MHz*	105
Figura N° 62.- Banda de 700 MHz.....	106
Figura N° 63.- Banda de 800 MHz*	107
Figura N° 64.- Banda de 850 MHz.....	107
Figura N° 65.- Banda de 900 MHz.....	108
Figura N° 66.- Banda de 1900 MHz.....	109
Figura N° 67.- Banda de 1910 – 1930 MHz	110
Figura N° 68.- Banda AWS	110
Figura N° 69.- Banda de 2.3 GHz	111
Figura N° 70.- Estado de la Banda de 2.5 GHz.....	111
Figura N° 71.- Banda de 3.5 GHz en Lima y Callao.....	112

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías inalámbricas evolucionan de forma constante y acelerada, siendo las tecnologías móviles las que presentan esa tendencia con mayor intensidad. En nuestro país, la telefonía móvil se inició con la tecnología AMPS (sistema de telefonía móvil de primera generación, 1G), la cual se introdujo en el año 1990. Posteriormente a mediados de la década del 90 se introdujeron las tecnologías TDMA y CDMA, y en el año 2001 hizo su ingreso la tecnología GSM, las cuales fueron agrupadas por la industria bajo la denominación 2G, aunque dicho término no es un estándar o protocolo. De las tecnologías citadas, GSM fue la de mayor adopción y la que contribuyó a consolidar la ruta evolutiva de las tecnologías del Grupo 3GPP. En los siguientes años, y siguiendo la línea evolutiva del 3GPP, se introdujeron la tecnología UMTS (WCDMA) y sus evoluciones (HSPDA, HSUPA, HSPA+), las cuales se enmarcaron bajo la especificación IMT-2000, la cual fue asociada por la UIT con la tecnología 3G. En los siguientes años y continuando con la línea evolutiva del 3GPP, el mercado adoptó la tecnología LTE, asociada comercialmente con la denominación 4G. Actualmente, a la fecha de elaboración del presente documento, desde el Estado se vienen implementando las medidas iniciales que permitan una adecuada adopción de la denominada tecnología 5G, siendo que todos los operadores móviles peruanos ya han realizado pruebas con esta tecnología¹. En este contexto, el espectro radioeléctrico cobra especial relevancia toda vez que es el recurso indispensable que permite la prestación de servicios inalámbricos, tales como el Internet móvil y la telefonía móvil.

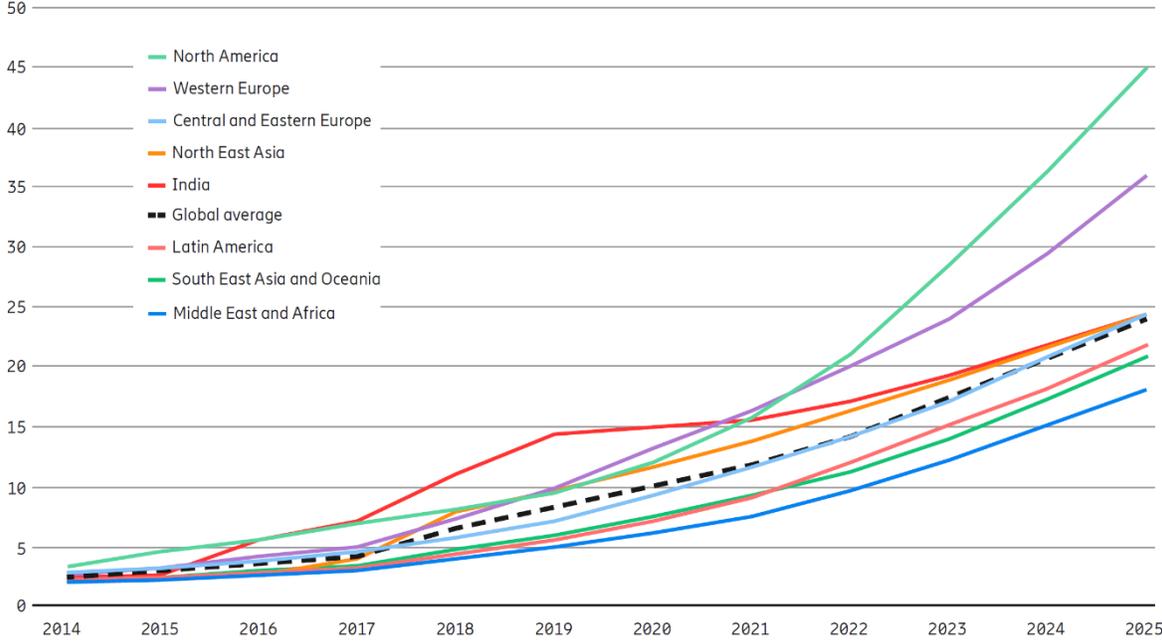
El éxito del despliegue de estas tecnologías móviles va de la mano con el desarrollo de políticas adecuadas en distintos ámbitos (v.g. infraestructura, canon, cargos de terminación, etc.), y en particular en la gestión del espectro radioeléctrico. En efecto, una identificación inadecuada de bandas, o el establecimiento de políticas que no apunten a un despliegue eficiente de redes inalámbricas evolucionadas, conllevarían a que en nuestro país se tenga un desfase tecnológico frente a los demás países de la región y del mundo, lo cual generaría a su vez impactos negativos tanto sobre los consumidores como sobre la economía nacional en general.

¹ Para efectos del presente Informe se usan los términos 1G, 2G, 3G, 4G y 5G con fines informativos.

Las estimaciones realizadas por diversas empresas tales como Ericsson y Cisco, señalan un futuro prominente en la evolución de las redes móviles y, particularmente, en la cantidad de tráfico que este tipo de redes generará en el futuro. En efecto, de acuerdo al “*Ericsson Mobility Report*”² publicado en noviembre de 2019, el consumo de datos por *Smartphone* en América Latina pasará de 4.3 GB/mes en el 2019 a 22 GB/mes en el 2025. De igual forma, en el mismo periodo, el citado reporte estima un incremento en los suscriptores de banda ancha móvil de 580 a 680 millones.

Tales cifras, tanto en el incremento de datos por usuario móvil como en el número de suscriptores, tienen un impacto directo en el tráfico total que soportarán las redes móviles. Para América Latina, el citado reporte estima que el total de tráfico de datos móviles pasará de 2 EB/mes en el 2019 a 11.6 EB/Mes en el 2024³.

Figura N° 01.- Evolución del consumo móvil por Smartphone (2014-2025)



Fuente: Ericsson Mobility Report

Para soportar dichos niveles de tráfico, se requiere que las redes móviles evolucionen, se instale más infraestructura y que los operadores cuenten con nuevas bandas de espectro y

² Reporte disponible en: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/november-2019>

³ 1 EB (Exa Byte) = 1,000 PB = 1,000,000 TB = 1,000,000,000 GB.

mayores anchos de banda. En ese sentido, el espectro radioeléctrico, al ser un recurso necesario para una adecuada evolución de las redes inalámbricas, requiere que su gestión se realice de forma adecuada, en concordancia con el despliegue de nuevas tecnologías.

En esa línea, el Estado peruano, por medio del MTC, desde el año 2018 ha venido emitiendo una serie de políticas relacionadas a la gestión del espectro, tales como *refarming*⁴, reserva de bandas, topes de espectro, metas de uso, canalización, subasta de nuevas bandas, entre otras, los cuales constituyen un avance importante, aunque aún hay aspectos en los cuales se puede mejorar, con miras a la promoción de un entorno de libre y leal competencia entre operadores.

En el presente informe se presenta un análisis de las bandas de espectro actualmente asignadas en el Perú, las bandas identificadas para implementar las últimas tecnologías móviles, se desarrolla el estado de la identificación futuras bandas de espectro y se emiten recomendaciones en materia de gestión del espectro radioeléctrico para promover el uso de nuevas tecnologías.

⁴ El término "*refarming*" se refiere al ordenamiento y posible reasignación en algunas bandas de espectro.

2. OBJETIVOS

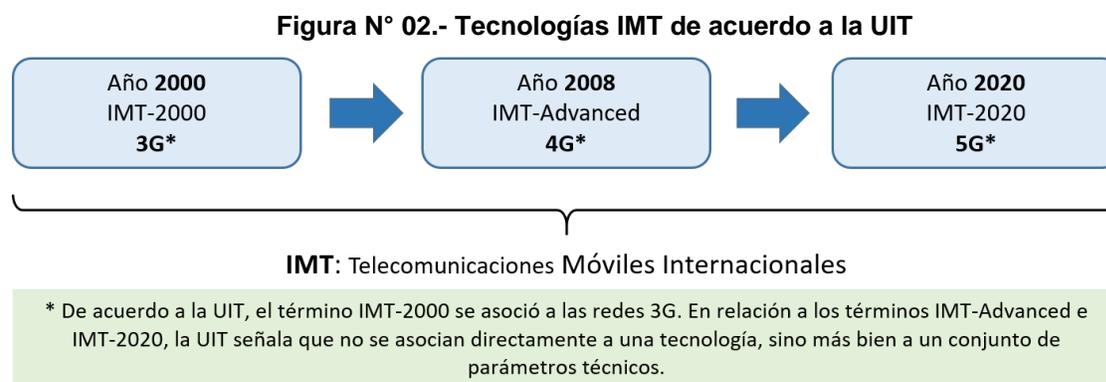
- Describir las bandas de espectro radioeléctrico que actualmente se encuentran asignadas, así como el uso que los operadores hacen de tales bandas.
- Desarrollar el estado de la identificación de futuras bandas de espectro que podrían ser usadas para la provisión de servicios móviles avanzados, en el marco de lo trabajado en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2019.
- Describir las políticas relevantes realizadas en los últimos años en materia de gestión del espectro en el Perú.
- Presentar las últimas acciones relacionadas a transferencias de espectro radioeléctrico en el Perú.
- Proponer recomendaciones en materia de gestión del espectro para promover la introducción y masificación de las nuevas tecnologías móviles, acorde a las recomendaciones y las buenas prácticas internacionales.

3. MARCO INTERNACIONAL DE LAS BANDAS DE ESPECTRO

En esta sección se revisa las posiciones en materia de espectro, adoptadas por dos grandes entes, la UIT y el Grupo 3GPP, quienes han emitido especificaciones señalando las bandas de espectro que permiten la implementación de redes móviles.

3.1. Bandas IMT identificadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el ente supranacional, adscrito a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que está encargado de emitir Recomendaciones generales relacionadas al sector telecomunicaciones. Por lo general, estas recomendaciones son adoptadas por las administraciones de telecomunicaciones de los diversos Estados miembros, siendo en nuestro caso el MTC y el OSIPTEL los organismos encargados de adoptar e implementar dichas políticas.



Fuente: UIT. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Así, en materia de espectro radioeléctrico, la UIT ha emitido una serie de Recomendaciones, siendo una de ellas la Recomendación ITU-R M.1036-6⁵, publicada en octubre de 2019, en la que se presentan las bandas identificadas para la implementación de tecnologías móviles evolucionadas, a las que la UIT denomina Tecnologías IMT (Telecomunicaciones Móviles Internacionales)⁶, término que a su vez también ha ido actualizándose desde su introducción, desde IMT-2000, pasando por IMT-Advanced, y llegando a la actual IMT-2020, siendo que el término “IMT” hace referencia a las 3

⁵ Recomendación disponible en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1036-6-201910-I/es>

⁶ Como se verá más adelante, las tecnologías conocidas comercialmente como “3G,” “4G” y “5G” forman parte del grupo de “Tecnologías IMT”.

evoluciones citadas⁷. Es preciso señalar que el término IMT-2000 surgió para estandarizar a las tecnologías 3G, sin embargo, luego de ello la UIT ha evitado usar el término “G” para etiquetar a las posteriores generaciones tecnológicas.

En la citada recomendación, la UIT emite directrices para que los Estados consideren los arreglos de Bandas de Espectro, de tal forma que se permita la implementación de tecnologías IMT:

Tabla N° 01.- Arreglos de Espectro para implementar tecnologías IMT

Rango	Nombre de la Banda	Arreglo FDD		Arreglo TDD (MHz)	Ancho de Banda
		Estación Móvil Transmite (MHz)	Estación Base Transmite (MHz)		
450 - 470 MHz	D8	-	-	450 - 470	20 MHz (TDD)
	D12	450.0 - 455.0	460.0 - 465.0	-	5 + 5 MHz
	D13	451.0 - 456.0	461.0 - 466.0	-	5 + 5 MHz
	D14	452.5 - 457.7	462.5 - 467.7	-	5 + 5 MHz
610 - 960 MHz	A1	824 - 849	869 - 894	-	25 + 25 MHz
	A2	880 - 915	925 - 960	-	35 + 35 MHz
	A3	832 - 862	791 - 821	-	30 + 30 MHz
	A4	698 - 716	728 - 746	716 - 728	18 + 18 MHz
		776 - 793	746 - 763		17 + 17 MHz
	A5	703 - 748	758 - 803	-	45 + 45 MHz
	A6	-	-	698 - 806	108 MHz (TDD)
	A7	703 - 733	758 - 788	-	30 + 30 MHz
	A8	698 - 703	753 - 758	-	5 + 5 MHz
	A9	733 - 736	788 - 791	-	3 + 3 MHz
	A10	Externa	738 - 758	-	20 MHz
	A11	703 - 733	758 - 788	-	30 + 30 MHz
Externa		738 - 758	20 MHz		
A12	663 - 698	617 - 652	-	35 + 35 MHz	
1 427 - 1 518 MHz	G1	Externa	1 427-1 517	-	90 MHz
	G2	1 427 - 1470	1 475 - 1518	-	43 + 43 MHz
	G3	-	-	1427 - 1517	90 MHz
1 710 - 2 200 MHz	B1	1 920-1 980	2 110-2 170	1 880 - 1 920	60 + 60 MHz
				2 010 - 2 025	40 MHz (TDD)
	B2	1 710-1 785	1 805-1 880	-	75 + 75 MHz
	B3	1 850-1 920	1 930-2 000	1 920 - 1 930	70 + 70 MHz
10 MHz (TDD)					
B4	1 710-1 785	1 805-1 880	1 880 - 1 920	75 + 75 MHz	
	1 920-1 980	2 110-2 170		2 010 - 2 025	60 + 60 MHz

⁷ ITU-R FAQ on INTERNATIONAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS (IMT) - Febrero de 2019: <https://www.itu.int/en/ITU-R/Documents/ITU-R-FAQ-IMT.pdf>

Rango	Nombre de la Banda	Arreglo FDD		Arreglo TDD (MHz)	Ancho de Banda
		Estación Móvil Transmite (MHz)	Estación Base Transmite (MHz)		
					40 MHz (TDD) 15 MHz (TDD)
	B5	1 850-1 920 1 710-1 780	1 930-2 000 2 110-2 180	1 920 - 1 930	70 + 70 MHz 70 + 70 MHz 10 MHz (TDD)
	B6	1 980-2 010	2 170-2 200	-	30 + 30 MHz
	B7	2 000-2 020	2 180-2 200	-	20 + 20 MHz
2 300 - 2 400 MHz	E1	-	-	2 300 - 2 400	100 MHz (TDD)
2 500 - 2 690 MHz	C1	2 500-2 570	2 620-2 690	2 570 - 2 620	70 + 70 MHz 50 MHz (TDD)
	C2	2 500-2 570	2 620-2 690	2 570 - 2 620	70 + 70 MHz 50 MHz (DL)
	C3	Flexible FDD/TDD			190 MHz
3 300 - 3 700 MHz	F1	-	-	3 400 - 3 600	200 MHz (TDD)
	F2	3 410-3 490	3 510-3 590	-	80 + 80 MHz
	F3	-	-	3 300 - 3 700	400 MHz
4 800 - 4 990 MHz	H1	-	-	4 800 - 4 990	190 MHz

Fuente: Rec. ITU-R M.1036-6. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Del cuadro anterior se resalta las bandas F y H, que en conjunto suman casi 600 MHz de ancho de banda.

Cabe señalar que si bien la UIT recomienda que los Estados adopten dichos arreglos de frecuencia, también señala que la lista no es excluyente. En ese sentido los países pueden usar otras bandas para el despliegue de tecnologías IMT, siempre y cuando se ajusten a las disposiciones técnicas y reglamentarias contenidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

3.2. Bandas especificadas para el despliegue de tecnologías LTE según 3GPP

Por otro lado se tiene al Grupo 3GPP (3rd Generation Partnership Project), que es un grupo conformado por diversas organizaciones de estandarización, entre las que se encuentra ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones) y representantes de la industria, tales como GSA, 4G Américas y los proveedores de equipamiento (Huawei, ZTE, Ericsson, Qualcomm, Nokia, entre otros).

Este Grupo estandariza las siguientes tecnologías: i) GSM (*Global System for Mobile communications*) y evoluciones; ii) UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) y evoluciones; y, iii) LTE (*Long Term Evolution*) y evoluciones⁸, es decir, las tecnologías correspondientes a las denominadas generaciones 2G, 3G, 4G y el futuro 5G. Para conocer con mayor detalle las tecnologías que forman parte del ecosistema de estandarización del Grupo 3GPP, se sugiere revisar el Anexo N° 01 del presente documento.

Se resalta la importancia de este grupo, toda vez que en la mayoría de países del mundo, los operadores móviles han adoptado las tecnologías del Grupo 3GPP, dejando de lado otras tecnologías como WiMAX móvil y las tecnologías del Grupo 3GPP2. Dicha situación lo ubica en un lugar privilegiado del mercado móvil, siendo el trabajo que realizan de gran relevancia para la industria móvil. Se resalta que las tecnologías del Grupo 3GPP se orientan a cumplir con las especificaciones emitidas por la UIT, y por tanto existe una sinergia importante entre ambos entes.

En relación a las bandas de espectro, el Grupo 3GPP en sus diversas especificaciones técnicas ha publicado la lista de las bandas de espectro que permiten el despliegue de estas tecnologías. En efecto, en la Especificación Técnica 3GPP TS 36.104 V16.3.0, “*Base Station (BS) radio transmission and reception*”, publicada en octubre de 2019, se señalan las Bandas de Espectro utilizadas en configuración de Duplexaje por División de Frecuencia (FDD) y Duplexaje por División de Tiempo (TDD)⁹. Es preciso resaltar que, tal como se señala en las secciones posteriores del presente documento, muchas de estas bandas ya han venido siendo utilizadas en los despliegues de las redes móviles correspondientes a las versiones tecnológicas predecesoras.

Tabla N° 02.- Bandas de Espectro FDD para tecnologías del Grupo 3GPP

Nombre de Banda	Estación Móvil Transmite (MHz)	Estación Base Transmite (MHz)	Ancho de Banda
1	1920 - 1980	2110 - 2170	60 + 60 MHz
2	1850 - 1910	1930 - 1990	60 + 60 MHz
3	1710 - 1785	1805 - 1880	75 + 75 MHz
4	1710 - 1755	2110 - 2155	45 + 45 MHz
5	824 - 849	869 - 894	25 + 25 MHz
6*	830 - 840	875 - 885	10 + 10 MHz

⁸ Para mayor información, revisar: <http://www.3gpp.org/about-3gpp>

⁹ Documento técnico disponible en: <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=2412>

Nombre de Banda	Estación Móvil Transmite (MHz)	Estación Base Transmite (MHz)	Ancho de Banda
7	2500 - 2570	2620 - 2690	70 + 70 MHz
8	880 - 915	925 - 960	35 + 35 MHz
9	1749.9 - 1784.9	1844.9 - 1879.9	35 + 35 MHz
10	1710 - 1770	2110 - 2170	60 + 60 MHz
11	1427.9 - 1447.9	1475.9 - 1495.9	20 + 20 MHz
12	699 - 716	729 - 746	17 + 17 MHz
13	777 - 787	746 - 756	10 + 10 MHz
14	788 - 798	758 - 768	10 + 10 MHz
15	Reservado	Reservado	-
16	Reservado	Reservado	-
17	704 - 716	734 - 746	12 + 12 MHz
18	815 - 830	860 - 875	15 + 15 MHz
19	830 - 845	875 - 890	15 + 15 MHz
20	832 - 862	791 - 821	30 + 30 MHz
21	1447.9 - 1462.9	1495.9 - 1510.9	15 + 15 MHz
22	3410 - 3490	3510 - 3590	80 + 80 MHz
23*	2000 - 2020	2180 - 2200	20 + 20 MHz
24	1626.5 - 1660.5	1525 - 1559	34 + 34 MHz
25	1850 - 1915	1930 - 1995	65 + 65 MHz
26	814 - 849	859 - 894	35 + 35 MHz
27	807 - 824	852 - 869	17 + 17 MHz
28	703 - 748	758 - 803	45 + 45 MHz
29*	N/A	717 - 728	11 MHz
30	2305 - 2315	2350 - 2360	10 + 10 MHz
31	452.5 - 457.5	462.5 - 467.5	5 + 5 MHz
32*	N/A	1452 - 1496	44 MHz
65	1920 - 2010	2110 - 2200	90 + 90 MHz
66*	1710 - 1780	2110 - 2200	70 + 90 MHz
67*	N/A	738 - 758	20 MHz
68	698 - 728	753 - 783	30 + 30 MHz
69*	N/A	2570 - 2620	50 MHz
70*	1695 - 1710	1995 - 2020	15 + 25 MHz
71	663 - 698	617 - 652	35 + 35 MHz
72	451 - 456	461 - 466	5 + 5 MHz
73	450 - 455	460 - 465	5 + 5 MHz
74	1427 - 1470	1475 - 1518	43 + 43 MHz
75*	N/A	1432 - 1517	85 MHz
76*	N/A	1427 - 1432	5 MHz
85	698 - 716	728 - 746	18 + 18 MHz
87	410 MHz - 415 MHz	420 MHz - 425 MHz	5 + 5 MHz
88	412 MHz - 417 MHz	422 MHz - 427 MHz	5 + 5 MHz

Fuente: 3GPP. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

* Bandas 6 y 23 no aplican. Bandas 29, 31, 67, 69, 75 y 76 aplican en configuración de Agregación de Portadoras. Banda 66 y 70 en el Downlink aplican en configuración de Agregación de Portadoras.

Tabla N° 03.- Bandas de Espectro TDD para tecnologías del Grupo 3GPP

Nombre de Banda	Rango de Espectro (MHz)	Ancho de Banda
33	1900 - 1920 MHz	20 MHz
34	2010 - 2025 MHz	15 MHz
35	1850 - 1910 MHz	60 MHz
36	1930 - 1990 MHz	60 MHz
37	1910 - 1930 MHz	20 MHz
38	2570 - 2620 MHz	50 MHz
39	1880 - 1920 MHz	40 MHz
40	2300 - 2400 MHz	100 MHz
41	2496 - 2690 MHz	194 MHz
42	3400 - 3600 MHz	200 MHz
43	3600 - 3800 MHz	200 MHz
44	703 - 803 MHz	100 MHz
45	1447 - 1467 MHz	20 MHz
46*	5150 - 5925 MHz	775 MHz
47	5855 - 5925 MHz	70 MHz
48	3550 - 3700 MHz	150 MHz
49*	3550 - 3700 MHz	150 MHz
50	1432 - 1517 MHz	85 MHz
51	1427 - 1432 MHz	5 MHz
52	3300 - 3400 MHz	100 MHz
53	2483.5 MHz - 2495 MHz	11.5 MHz

Fuente: 3GPP. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

* Banda 46 es no Licenciada. La Banda 49 está restringida a un usar un tipo especial de Trama.

Si bien el Grupo 3GPP ha identificado 47 Bandas FDD y 21 Bandas TDD, no implica que todas estas bandas, a la fecha, tengan un ecosistema maduro para el despliegue de todas las versiones tecnológicas especificadas por la 3GPP. Por ejemplo, y tal como se verá más adelante, solo algunas de estas bandas se usan para el despliegue de redes de tecnología LTE.

3.3. Bandas especificadas para el despliegue de tecnologías 5G según 3GPP

El Grupo 3GPP, por medio del Release 15 ha emitido las especificaciones de una nueva tecnología móvil a la que ha llamado “5G”, y a la que ha asociado el uso de una nueva interfaz de radio denominada “*New Radio*” (NR)¹⁰.

¹⁰ Para mayor información: <https://www.3gpp.org/release-15>

Así, para el caso de las redes 5G, el Grupo 3GPP en su documento “3GPP TS 38.104 V16.1.0, publicado en octubre de 2019, ha definido dos grandes rangos de frecuencia denominados “*Frequency Ranges*” (FR)¹¹.

Tabla N° 04.- Bandas de Frecuencia para 5G

Nombre (FR)	Rango de Frecuencias
FR 1	410 MHz – 7,125 MHz
FR 2	24,250 MHz – 52,600 MHz

Fuente: 3GPP, 2019.

En el primer rango (FR1), se observa que algunas bandas ya son usadas en nuestro país para el despliegue de redes con tecnologías de tercera y cuarta generación. De la Tabla N° 05 se resalta algunos rangos de espectro que se han venido posicionando como estratégicos para la introducción de la tecnología 5G, y que corresponden a las Bandas n77, n78 y n79, las cuales suman en conjunto 1.5 GHz de espectro.

Tabla N° 05.- Bandas FR1 para tecnologías 5G del Grupo 3GPP

Nombre de Banda	Estación Móvil Transmite (MHz)	Estación Base Transmite (MHz)	Ancho de Banda
n1	1920 - 1980	2110 - 2170	60 + 60 MHz
n2	1850 - 1910	1930 - 1990	60 + 60 MHz
n3	1710 - 1785	1805 - 1880	75 + 75 MHz
n5	824 - 849	869 - 894	25 + 25 MHz
n7	2500 - 2570	2620 - 2690	70 + 70 MHz
n8	880 - 915	925 - 960	35 + 35 MHz
n12	699 - 716	729 - 746	17 + 17 MHz
n14	788 MHz - 798 MHz	758 MHz - 768 MHz	10 + 10 MHz
n18	815 MHz - 830 MHz	860 MHz - 875 MHz	15 + 15 MHz
n20	832 - 862	791 - 821	30 + 30 MHz
n25	1850 - 1915	1930 - 1995	65 + 65 MHz
n28	703 - 748	758 - 803	45 + 45 MHz
n29	TDD: 717 - 728 MHz		41 MHz
n30	2305 MHz - 2315 MHz	2350 MHz - 2360 MHz	10 + 10 MHz
n34	TDD: 2010 - 2025 MHz		15 MHz
n38	TDD: 2570 - 2620 MHz		50 MHz
n39	TDD: 1880 - 1920 MHz		40 MHz
n40	TDD: 2300 - 2400 MHz		100 MHz
n41	TDD: 2496 - 2690 MHz		194 MHz
n48	TDD: 3550 - 3700 MHz		150 MHz
n50			
n51	TDD: 1427 – 1432 MHz		5 MHz
n65	1920 – 2010 MHz	2110 – 2200 MHz	90 + 90 MHz

¹¹ Documento disponible en: http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.104/38104-f50.zip

Nombre de Banda	Estación Móvil Transmite (MHz)	Estación Base Transmite (MHz)	Ancho de Banda
n66	1710 – 1780 MHz	2110 – 2200 MHz	70 + 90 MHz
n70	1695 – 1710 MHz	663 – 698 MHz	15 + 35 MHz
n71	663 – 698 MHz	617 – 652 MHz	35+ 35 MHz
n74	1427 – 1470 MHz	1475 – 1518 MHz	43 + 43 MHz
n75*	-	1432 – 1517 MHz	85 MHz
n76*	-	1427 – 1432 MHz	5 MHz
n77	TDD: 3300 – 4200 MHz		900 MHz
n78	TDD: 3300 – 3800 MHz		500 MHz
n79	TDD: 4400 – 5000 MHz		600 MHz
n80*	1710 – 1785 MHz	-	75 MHz
n81*	880 – 915 MHz	-	35 MHz
n82*	832 – 862 MHz	-	30 MHz
n83*	703 – 748 MHz	-	45 MHz
n84*	1920 – 1980 MHz	-	60 MHz
n86*	1710 – 1780 MHz	-	70 MHz

Fuente: GSA. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.* Las Bandas n75 y n76 aplican solo para Bajada y de n80 a n86 solo para subida.

Asimismo, el grupo 3GPP ha identificado bandas 5G en el segundo rango de frecuencias FR2 (24.25 GHz - 29.5 GHz), las cuales potencialmente pueden habilitar más de 5 GHz de ancho de banda.

Tabla N° 06.- Bandas de Espectro FR2 para tecnologías 5G del Grupo 3GPP

Nombre de Banda	Rango TDD	Ancho de Banda
n257	26,500 – 29,500	3.0 GHz
n258	24,250 – 27,500	3.25 GHz
n260	37,000 – 40,000	3.0 GHz
n261	27,500 – 28,350	850 MHz

Fuente: GSA. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL

3.4. Bandas usadas para el despliegue de redes comerciales LTE y 5G

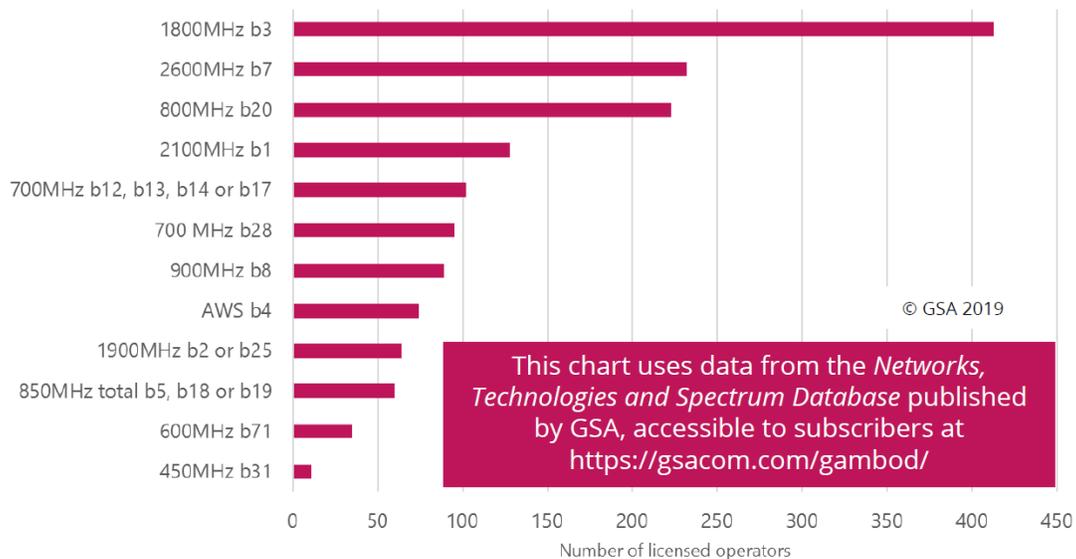
A la fecha, las tecnologías más actualizadas corresponden a las tecnologías LTE (y sus correspondientes evoluciones) y 5G. Al respecto, cabe indicar que las redes LTE han sido comúnmente etiquetadas por la industria como 4G. En el caso de las redes 5G, el Grupo 3GPP ha adoptado el nombre “5G” para las tecnologías que cumplen con las especificaciones del Release 15 o superior, y que además hacen uso de bandas NR (New Radio)¹².

¹² En tanto la UIT no defina lo que es 5G, para efectos del presente documento, 5G se asociará a la definición del Grupo 3GPP.

En relación a las bandas de espectro utilizadas, si bien la UIT y el Grupo 3GPP, publican un listado de bandas de espectro, en la práctica no todas las bandas desarrollan un ecosistema y economías de escala que las hace adecuadas para despliegues masivos.

Para el caso de las redes LTE y evoluciones, de acuerdo al reporte “*LTE FDD Frequency Bands Worldwide*”¹³, publicado por GSA en noviembre de 2019, se tiene que las bandas FDD (duplexaje por División de Frecuencia) más utilizadas para el despliegue de redes LTE, LTE-Advanced y LTE-Advanced Pro, son: 1800 MHz (Banda 3), 2.5 GHz (Banda 7), 800 MHz (Banda 20), 2100MHz (Banda 1), 700 MHz (Bandas 12, 13, 14, 17 y 28), 900 MHz (Banda 8) y AWS (Banda 4). En relación a las bandas TDD (Duplexaje por División de Tiempo), se tiene a las siguientes bandas: 2.3 GHz (Banda 40), 2.5 GHz (Banda 38), 3.5 GHz (Banda 42).

Figura N° 03.- Espectro usado en redes LTE, LTE Advanced y LTE-Advanced Pro.



Fuente: GSA. Noviembre de 2019.

De acuerdo al citado reporte de GSA, a noviembre de 2019 existen 787 operadores con redes LTE en 229 países.

Para el caso de las redes 5G, las bandas de espectro que se están utilizando o que se encuentran en evaluación para ser usadas son las siguientes:

¹³ Para mayor información: <https://gsacom.com/paper/lte-fdd-frequency-bands-worldwide-november-2019/>

- Banda C (En el rango de 3.3 a 4.2 GHz, dependiendo del país puede ser una porción de dicho rango).
- Banda de 26 GHz
- Banda de 28 GHz.
- En menor medida: Banda de 2.3 GHz, Banda de 450 MHz, Banda de 2 GHz, Banda de 700 MHz.

Es preciso señalar que de acuerdo a GSA, desde el 2017 a agosto de 2019, en 17 países (entre los que se encuentran, Australia, Finlandia, Italia, Irlanda, Letonia, México, Omán, Qatar, Arabia Saudita, Corea del Sur, España, EAU y Reino Unido) se han realizado subastas de espectro para el despliegue de redes 5G. Asimismo, en 14 países se han realizado subastas con tecnología neutral pero que eventualmente podrán ser utilizadas para 5G¹⁴. Asimismo para el periodo 2019-2021, se estima que en 40 países se realizarán subastas de espectro para la implementación de tecnologías 5G.

3.5. Primeros despliegues comerciales de redes 5G

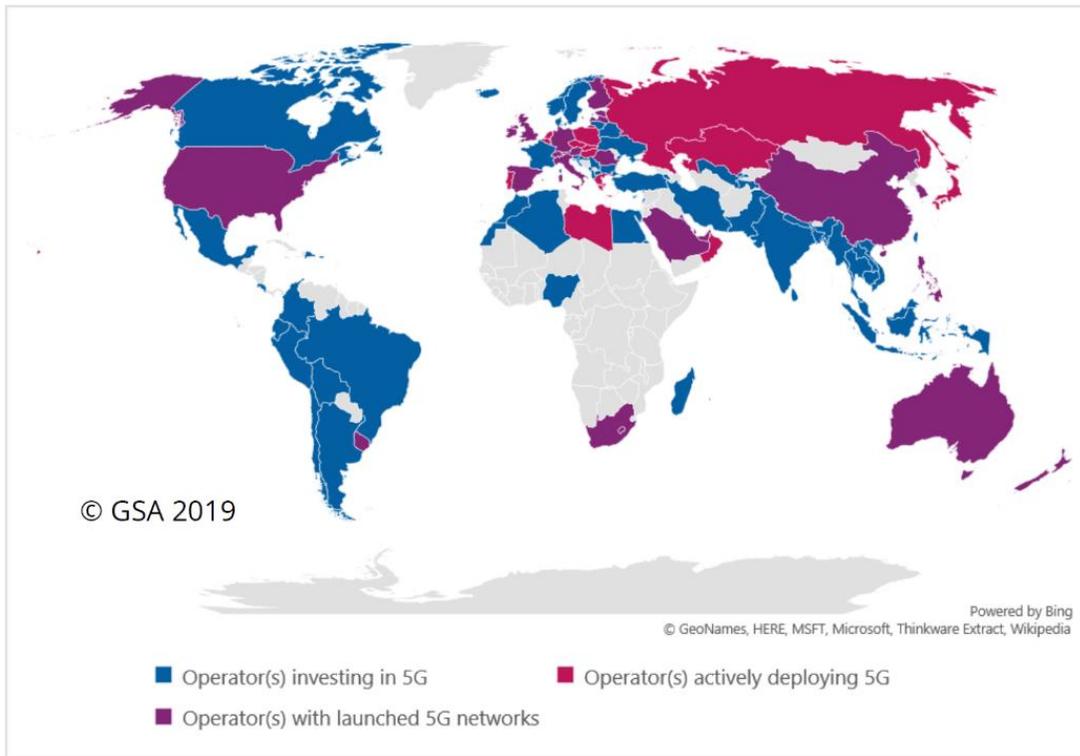
El reporte “5G Market Snapshot” publicado en octubre de 2019, señala que se habían identificado a 69 operadores que ya habían implementado la tecnología 5G con estándares 3GPP (con Release 15). Asimismo, el reporte señala que 328 operadores en 109 países ya están realizando inversiones en redes 5G.

De acuerdo a diversos medios, Corea del Sur es el primer país del mundo que desde abril de 2019 cuenta con un despliegue 5G a nivel comercial, el cual sigue expandiéndose a lo largo de su territorio. A la fecha se cuenta con tres operadores que tienen cobertura 5G: SKT Telekom, KT y LGU+, con espectro en la banda de 3.5 GHz y banda de 28 GHz. De acuerdo a diversos reportes se espera que a fines del 2019 se superen los 5 millones de usuarios 5G en Corea del Sur¹⁵.

¹⁴ Para mayor información, revisar: <https://gsacom.com/paper/5g-global-spectrum-report-august-2019/>

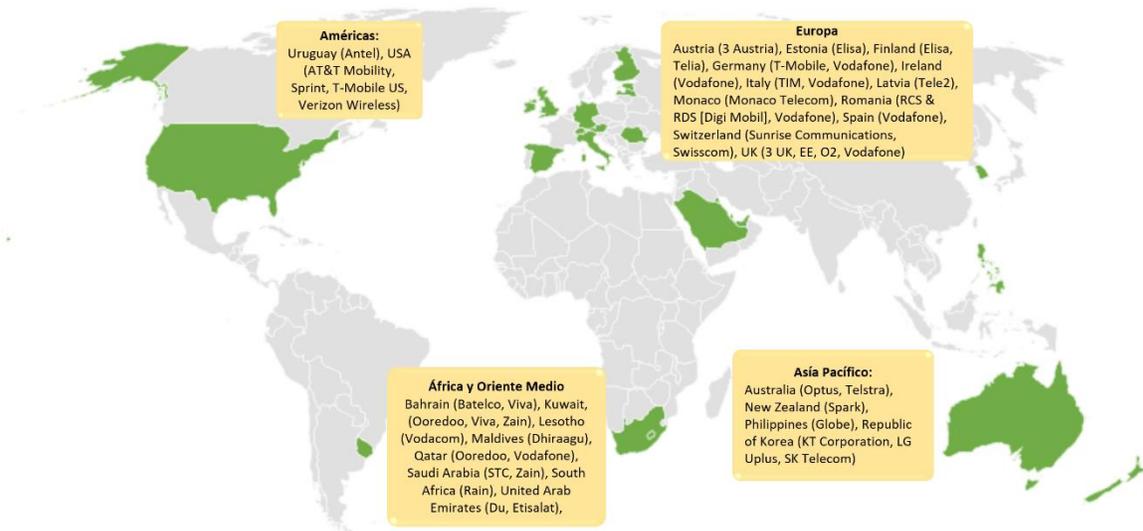
¹⁵ Para mayor información: <https://www.telecompaper.com/news/south-korea-passes-4-million-5g-subscribers-milestone-to-hit-5-mln-5g-users-by-end-2019--1318417>

Figura N° 04.- Estado del 5G en el mundo



Fuente: GSA. Octubre de 2019.

Figura N° 05.- Redes 5G comerciales



Fuente: Adaptado de GSA. Octubre de 2019. La figura no incluye China.

Tabla N° 07.- Bandas de Frecuencia para 5G en Corea¹⁶

Operador	Banda de 3.5 GHz	Banda de 28 GHz
SKT	100 MHz	800 MHz
KT	100 MHz	800 MHz
LGU +	80 MHz	800 MHz

Fuente: Reporte de Samsung: "5G Launches in Korea".

Por otro lado, se destaca el lanzamiento de 5G realizado por China en noviembre de 2019 por los operadores China Mobile (100 MHz en la banda de 2,5 GHz), China Unicom (100 MHz en la banda de 3.5 GHz) y China Telecom (100 MHz en la banda de 3.5 GHz). La red se ha desplegado en 50 ciudades y se han implementado más de 130,000 estaciones 5G¹⁷.

Figura N° 06.- Despliegue de Estaciones 5G en Corea del Sur.



Fuente: SK Telekom.

En el caso de América Latina, Uruguay es el primer país de la región que ha lanzado de forma comercial el servicio 5G¹⁸. El lanzamiento se realizó el 9 de abril de 2019, usando la

¹⁶ Reporte "5G Launches in Korea":

<https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/networks/insights/white-paper/5g-launches-in-korea-get-a-taste-of-the-future/5G-Launches-in-Korea-Get-a-taste-of-the-future.pdf>

¹⁷ Para mayor información:

<https://www.bbc.com/news/business-50258287>

¹⁸ Para mayor información sobre el despliegue de redes 5G:

https://www.presidencia.gub.uy/sala-de-medios/videos/uruguay_primer_pais_de_america_latina_red_5g_comercial

banda de 28 GHz, por el operador nacional Antel (Administración Nacional de Telecomunicaciones) de la mano con Nokia.

Es preciso señalar que por el momento, la red 5G de Antel se encuentra disponible solo en dos zonas geográficas (La Barra de Maldonado y en Nueva Palmira), no obstante han precisado que tienen planes para expandirla en todo el territorio uruguayo.

Para el caso peruano, tal como se señala más adelante, queda pendiente que en el marco de lo acordado en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (WRC-2019), se evalúen las nuevas bandas que permitirán la masificación de las redes 5G.

4. ESTADO ACTUAL DE LAS PRINCIPALES BANDAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ

En el Perú se cuentan con diversas Bandas de Espectro Radioeléctrico que han sido identificadas para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, en especial, los servicios de telefonía móvil e internet móvil. Se espera que en el futuro y a medida que los organismos internacionales como el Grupo 3GPP y la UIT, por medio de las decisiones que se han adoptado en la Conferencia Mundial de Comunicaciones (WRC-2019), identifiquen nuevas bandas de espectro para la prestación de servicios avanzados (para el despliegue de tecnologías 5G y evoluciones), dichas bandas se adopten también en el Perú.

A continuación se presenta un resumen del estado actual de la atribución, asignación y canalización de las principales bandas de espectro radioeléctrico, que actualmente se encuentran establecidas para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones. Para mayor detalle se sugiere revisar el Anexo N° 02 del presente documento¹⁹.

Tabla N° 08.- Estado de las Bandas de Espectro

Rango de Frecuencias	Nota PNAF	Operadores	Área de Asignación	Ancho de Banda	Tecnologías Implementadas
385 - 386 MHz y 395 - 396 MHz	P41	Dolphin Telecom del Perú S.A.C	Prov. de Lima, Callao, y algunas provincias del país.	0.5+0.5 MHz	ND
		Nikela Telecom S.A.C	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país.	0.25+0.25 MHz	ND
411,675-416,675 MHz y 421,675-426,675	P45	Ninguno	Banda no canalizada ni asignada	3.325+3.325 MHz	ND
416,675-420 MHz y 426,675-430 MHz	P45	M.G. Digital S.A.C.	Dpto. de La Libertad	50 + 50 KHz	ND
		Dolphin Telecom del Perú S.A.C	Dpto. de Lima y algunas provincias del país	250 + 250 KHz	ND
		Sigma Comunicaciones S.A.C.	Algunas provincias del país	50+50 KHz	ND
450-452.5 MHz y 460-462.5 MHz	P48A	Winner Systems	Algunas provincias del país	2.5+2.5 MHz	CDMA 450
		Rural Telecom	Algunas provincias del país	2.5+2.5 MHz	ND
452.5-457.5 MHz y 462.5-467.5 MHz	P48	Telefónica del Perú	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país	5+5 MHz	ND
		América Móvil	Algunas provincias del país	5+5 MHz	ND
698 - 806 MHz	P51	Entel Perú	A nivel nacional	15+15 MHz	LTE y evoluciones

¹⁹ El nombre de las bandas (por ejemplo, Banda de 700MHz, Banda de 900MHz, es solo para efectos referenciales, se sugiere revisar con detalle el rango específico de frecuencias que aplica para tales bandas. Para conocer con detalle la información de cada Banda, se sugiere revisar el Registro Nacional de Frecuencias (RNF) disponible en: http://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/servicios_publicos/registro_frecuencias.html

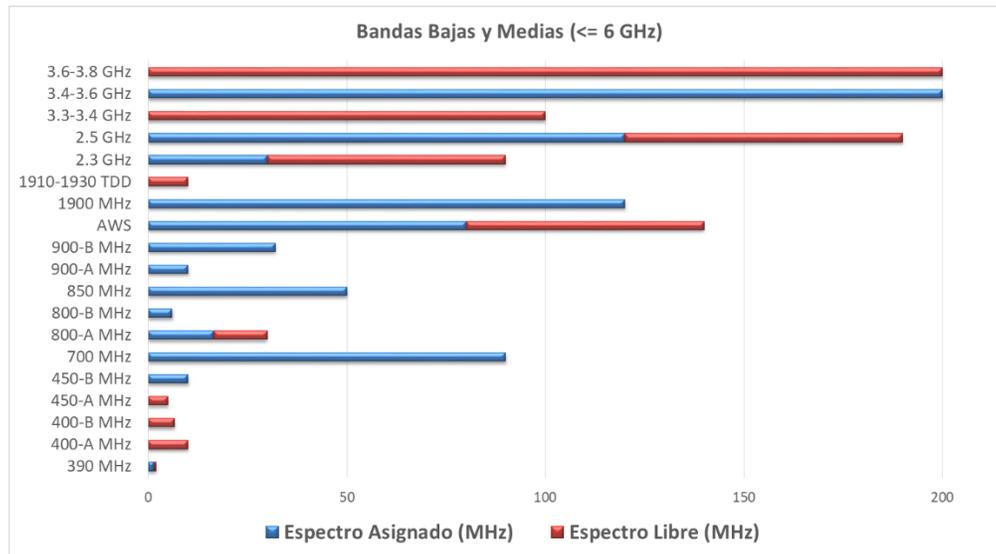
Rango de Frecuencias	Nota PNAF	Operadores	Área de Asignación	Ancho de Banda	Tecnologías Implementadas
		América Móvil	A nivel nacional	15+15 MHz	
		Telefónica del Perú	A nivel nacional	15+15 MHz	
806 - 821 MHz y 851 - 866 MHz	P52	Entel Perú	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país	328 canales de 25KHz c/u en Lima y Callao	iDEN*
821 - 824 MHz y 866 - 869 MHz	P52	Entel Perú	Prov. de Lima y Callao	3+3 MHz	iDEN*
824-849 MHz y 869-894 MHz	P53	Telefónica del Perú	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
		América Móvil	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
894-899 MHz y 939-944 MHz	P55	Telefónica del Perú	Prov. de Lima y Callao	5+5 MHz	ND
894-902 MHz y 939 - 947 MHz			Resto del País	8+8 MHz	ND
899-915 MHz y 944-960 MHz	P57	Viettel Perú	Prov. de Lima y Callao	16+16 MHz	LTE
902-915 MHz y 947 - 960 MHz			Resto del País	13+13 MHz	LTE
1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz	P65	América Móvil	A nivel nacional	17.5+17.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones LTE y Evoluciones
		Entel Perú	A nivel nacional	17.5+17.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
		Telefónica del Perú	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
		Viettel Perú	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	HSPA y evoluciones LTE y Evoluciones
1910-1930 MHz	P65	Ninguno	--	20 MHz	--
1710-1780 MHz y 2110-2180 MHz	P65	Telefónica del Perú	A nivel nacional	20+20 MHz	LTE y Evoluciones
		Entel Perú	A nivel nacional	20+20 MHz	LTE y Evoluciones
2300-2400 MHz	P68A	Direcnet	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país	30 MHz	LTE y Evoluciones
		Dolphin Telecom	Prov. de Yauli	30 MHz	ND
2500-2692 MHz	P67	TVS Wireless	Prov. de Lima y Callao	30 + 30 MHz	LTE CA*
				20 MHz	ND
		Entel Perú	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias	20 + 20 MHz	LTE
		OLO	A nivel nacional excepto Lima y Callao	30 + 30 MHz	LTE CA*
				20 MHz	ND
		Viettel	Algunas Provincias	20 + 20 MHz	ND
		COTEL	Algunas Provincias	20 MHz	ND
3300-3400	P73A	Ninguno	-	-	-
3400-3600 MHz	P73	Entel	Prov. De Lima, Callao, y algunas provincias del país.	25+25 MHz	ND
		Telefónica	A nivel nacional	25+25 MHz	ND
		Americatel	Prov. De Lima, Callao, y algunas provincias del país.	25+25 MHz	ND

Rango de Frecuencias	Nota PNAF	Operadores	Área de Asignación	Ancho de Banda	Tecnologías Implementadas
		América Móvil	Prov. De Lima, Callao, y algunas provincias del país.	25+25 MHz	ND
		Gamacon (Espectro embargado)	Prov de Pasco y Daniel Alcides Carrión (Dpto. Pasco)	5+5 MHz	ND
3600-3800	P73B	Ninguno	-	-	-

Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL. [Diciembre de 2019]
 * iDEN está en proceso de desinstalación. Se ha identificado portadoras de LTE en agregación con la Banda de 700 MHz por parte de América Móvil. El presente cuadro es solo un resumen, para mayor información se debe revisar el Registro Nacional de Frecuencias publicado por el MTC.

Se observa que en el rango de bandas bajas y medias (frecuencias menores a 6 GHz), se cuenta con un total de 1,301.7 MHz de espectro que han sido atribuidos para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, de los cuales 765.9 MHz (59%) ya se encuentran asignados a algún operador, mientras que 535.75 MHz (41%) se encuentran libres.

Figura N° 07.- Estado de la asignación de las bandas bajas y medias

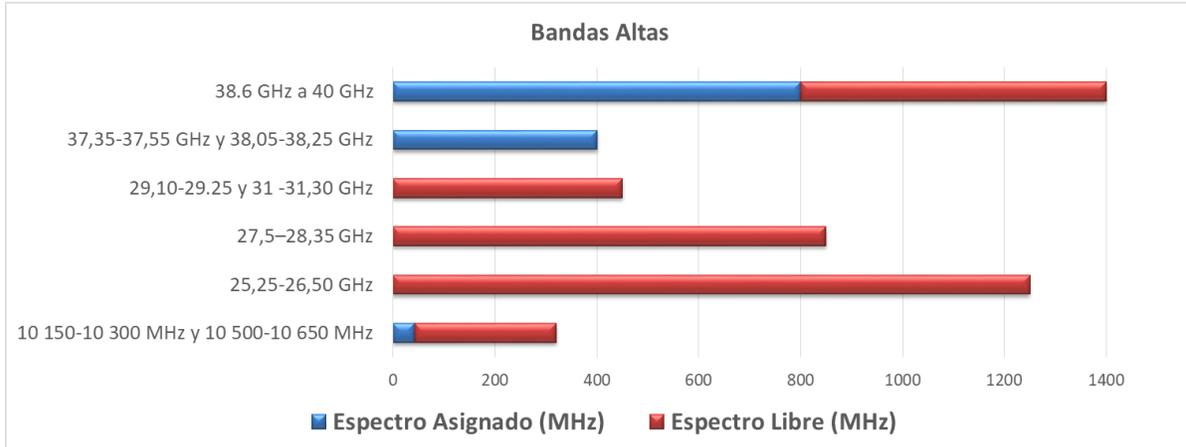


Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Por su parte, en relación a las bandas altas, se cuenta con un total de 4.671 GHz de espectro que actualmente se encuentra atribuido para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones, de los cuales 1.242 GHz (27%) se encuentran asignados a algún operador, y 3.429 GHz (73%) no se encuentran asignados. Es preciso indicar que algunas de estas bandas tienen la restricción de que su atribución las limita a usar sistemas de

acceso fijo inalámbrico. Tal como se verá más adelante, algunas de estas bandas han sido identificadas por la UIT en el último WRC, para el despliegue de redes IMT.

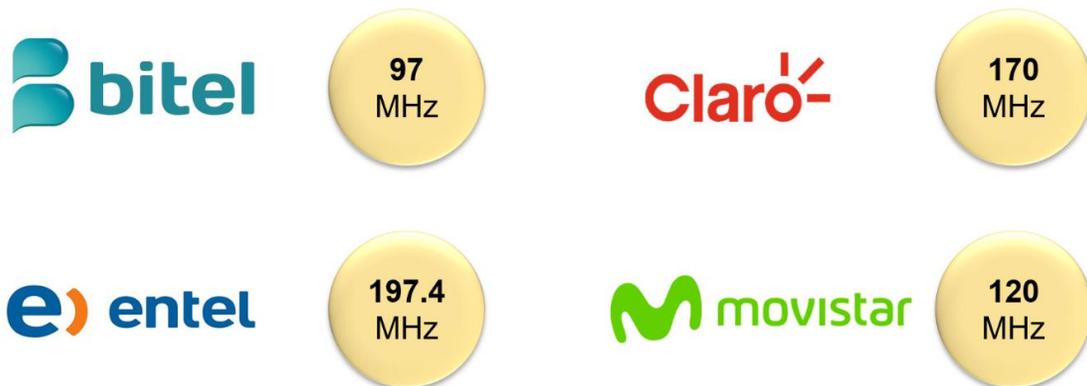
Figura N° 08.- Estado de la asignación de las bandas altas



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL. Solo se muestran los rangos que actualmente se encuentran atribuidas para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones.

Así, en total se tiene 5.97 GHz de espectro que actualmente se encuentran atribuidos para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones (en algunas bandas se tiene la restricción que solo se pueden instalar tecnologías fijas). Debe quedar claro que a la fecha no todas las bandas están siendo utilizadas, siendo que solo 584.4 MHz estarían siendo utilizados de forma masiva para la prestación de servicios móviles.

Figura N° 09.- Espectro actualmente utilizado para la prestación de servicios móviles



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

* En todos los casos se está usando el espectro de las bandas de 700 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1900 MHz, AWS, 2.3 GHz y 2.5 GHz. Para Bitel se está considerando el ancho de banda más alto. Para Claro se está considerando el espectro de la banda de 2.5 GHz de su grupo económico. Para Movistar no se está considerando su espectro en la banda de 900 MHz. Para la figura no se está considerando la banda de 3.5 GHz.

Por otro lado, es preciso indicar que con el fin de realizar pruebas de la tecnología 5G, los 4 operadores móviles solicitaron al MTC asignación temporal de determinadas bandas de frecuencia, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla N° 09.- Asignación de frecuencias temporales para 5G

Operador	Banda de 3.5 GHz	Banda de 26 GHz	Banda de 28 GHz
América Móvil	100 MHz	400 MHz	-
Entel	100 MHz	-	-
Telefónica del Perú	100 MHz	-	400 MHz
Viettel Perú	100 MHz	400 MHz	-

Fuente: MTC. Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

5. IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS BANDAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA EL DESPLIEGUE DE REDES MÓVILES AVANZADAS EN EL PERÚ

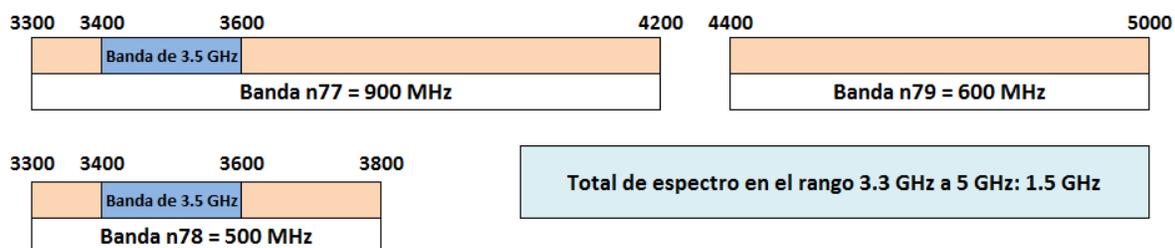
A continuación se presenta un listado de nuevas bandas de espectro, que incluyen las porciones libres de la banda de 2.3 y 2.5 GHz que resultaron del proceso de reordenamiento de dichas bandas. Algunas de estas bandas ya cuentan con ecosistema, mientras que en otras aún se tendría que esperar cómo evoluciona el ecosistema mundial de espectro, equipamiento y terminales. Se debe señalar que la identificación de estas bandas para el despliegue de redes IMT ha sido resultado de las dos últimas Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, (WRC-15, WRC-19).

5.1. Banda de 3.3-3.8 GHz

Tal como se señala en el Anexo 2, el rango de 3.3 a 3.8 GHz se encuentra atribuido para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso inalámbrico. Se destaca que a la fecha solo se encuentra asignado el rango de 3.4 GHz a 3.6 GHz (también conocido como banda de 3.5 GHz). No obstante, en nuestro país esta banda aún no es usada para la prestación del servicio de Internet Móvil por medio de tecnologías IMT.

Cabe señalar que el Grupo 3GPP ha identificado al rango de 3.3 a 3.8 GHz como banda n78, pero también ha considerado a la banda n77 la cual comprende el rango de 3.3 a 4.2 GHz e inclusive a la banda n79 que comprende el rango de 4.4 a 5 GHz.

Figura N° 10.- Banda de 3.5 GHz

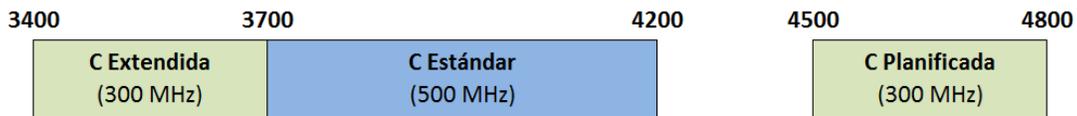


Fuente: 3GPP. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Al respecto, tal como se señala en la sección 07 del presente documento, a la fecha se está desarrollando un proceso de reordenamiento en la banda de 3.3 a 3.8 GHz.

Es preciso indicar que algunas porciones de las bandas n77, n78 y n79 se ubican en los mismos rangos de frecuencia de los sistemas satelitales que operan en la Banda C. Por dicha razón en el Perú ya no se permite la instalación de nuevas estaciones que operen en el rango de 3.6 a 3.8 GHz. Aun así queda pendiente que el MTC realice un estudio que evalúe las posibles interferencias de la Banda C (en el rango superior a 3.8 GHz) con las Bandas n77, n78 y n79, tal como se establece en la RM 757-2019-MTC/01.03²⁰.

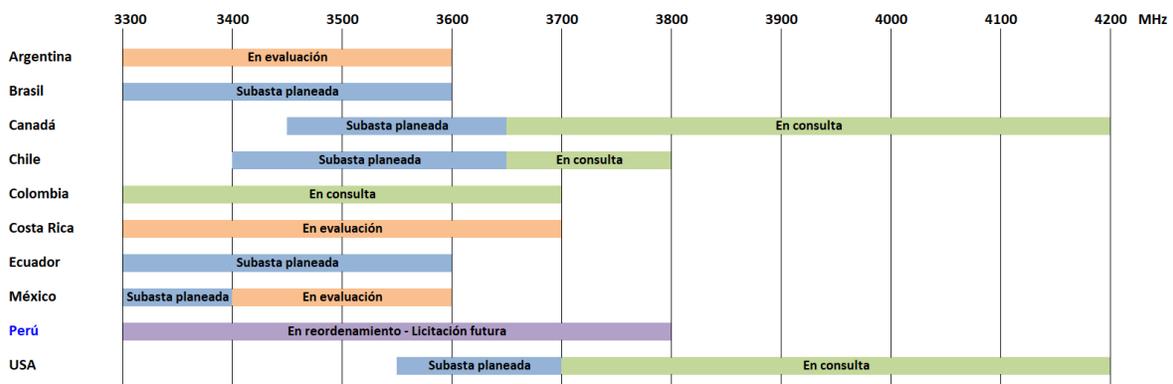
Figura N° 11.- Banda C - Satelital



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Cabe señalar que diversos países de América ya han identificado a las bandas n77 y n78, o porciones de las mismas, para la implementación de la tecnología 5G²¹.

Figura N° 12.- Estado de la Banda C (n77 y n78) en América



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL en base a información de GSA y MTC.

Asimismo, a octubre de 2019, ya se han realizado licitaciones de espectro en 18 países, para usar la banda n77 y n78 en la prestación de servicios 5G, de acuerdo al siguiente detalle:

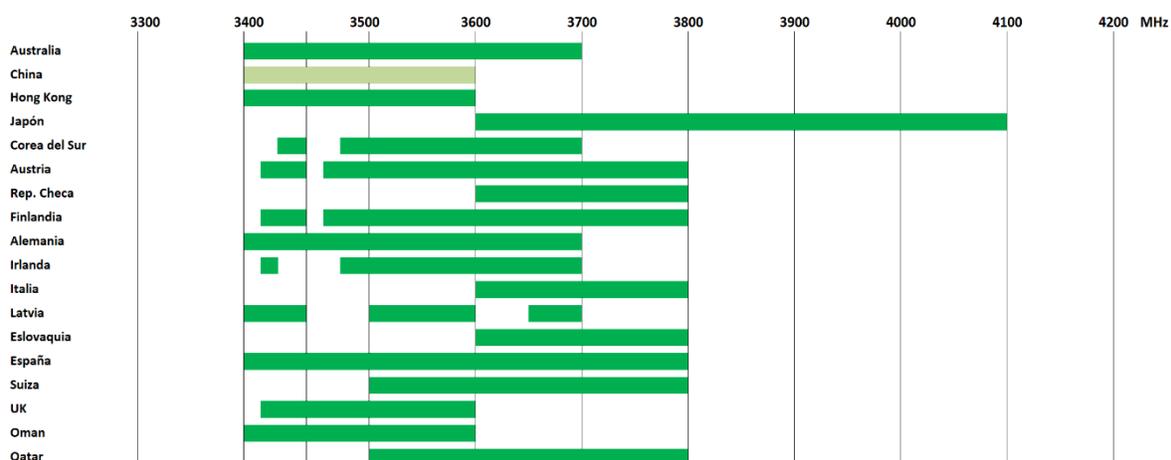
²⁰ Resolución disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/normas/servicios_privados/documentos/RM%20757-2019%20-MTC-01.03%20Modif%20PNAF%20-Banda%20C_Canales%20IMT2020.pdf

²¹ Para mayor información revisar el reporte "5G Spectrum C-Band Snapshot", disponible en:

<https://gsacom.com/paper/c-band-spectrum-for-5g-october-2019/>

Figura N° 13.- Licitaciones en Banda C (n77 y n78) para 5G



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL en base a información de GSA.

El siguiente cuadro muestra detalles de algunos de los procesos de licitación señalados en la imagen precedente:

Tabla N° 10.- Licitaciones en la Banda n78

País	Autoridad	Rango	Fecha	Canales
Australia ²²	ACMA	3575 - 3700 MHz	Diciembre de 2018	125 MHz distribuidos en función a la región: <ul style="list-style-type: none"> • 35, 60, 30 MHz • 30, 60, 35 MHz • 50, 40, 35 MHz
Finlandia ²³	FICORA	3410 - 3800 MHz	Octubre de 2018	390 MHz distribuidos en función a la región: <ul style="list-style-type: none"> • 3 bloques de 130 MHz • 3 bloques de 70 MHz y 3 bloques de 60 MHz.
Italia ²⁴	AGCOM	3600 - 3800 MHz	Octubre de 2018	<ul style="list-style-type: none"> • 200MHz divididos en 10 bloques de 20 MHz
Irlanda ²⁵	ComReg	3600 MHz	2017	<ul style="list-style-type: none"> • Lote A: 3410 - 3435 MHz: 1 bloque de 25 MHz • Lote B: 3475 - 3800 MHz: 65 bloques de 5MHz.
Qatar ²⁶	CRA	3500 - 3800 MHz	Enero de 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Canales de 5MHz

²² Para mayor información: <https://www.acma.gov.au/theACMA/3-6-ghz-band-spectrum-auction-results>

²³ Para mayor información: <https://www.jmeconomics.fi/the-finnish-3-4-3-8-ghz-auction-plans-finalized/>
<https://www.lvm.fi/en/-/spectrum-auction-concluded-984712>

²⁴ Para mayor información: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G Greece/Session 2 Mauro Martino New.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%20Mauro%20Martino%20New.pdf)

²⁵ Para mayor información: https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2017/05/ComReg-1738.pdf

²⁶ Para mayor información: <http://cra.gov.qa/en/document/preliminary-frequency-bands-plans-5g-mobile-services>

Korea del Sur ²⁷	MSIT	3420 - 3700 MHz	Junio de 2018	• 28 canales de 10 MHz
España ²⁸	MINETAD	3600 - 3800 MHz	Julio de 2018	• 40 canales de 5MHz
UK ²⁹	Ofcom	3410 - 3600 MHz	2018	• 38 canales de 5MHz

Fuente: GSA y Autoridades de espectro. Elaboración: GPRC-OSIPTTEL.

Asimismo, otros países ya están tomando posición sobre el uso de la banda de 3.3-3.8 GHz, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla N° 11.- Posiciones sobre la Banda 3GPP n78

País	Posición
India (TRAI)	Posible proceso de licitación de la banda de 3.3-3.6 GHz.
Macau (CTT)	3.3-3.4 GHz para uso indoor y el rango de 3.4-3.6 GHz sujeto a posibles interferencias con las comunicaciones satelitales
UA (TRA)	Está considerando el despliegue de 5G en el rango de 3.3-3.8GHz.

Fuente: GSA. Elaboración: GPRC-OSIPTTEL.

5.2. Banda AWS Extendida

En nuestro país se denomina Banda AWS (Advanced Wireless Services) al rango de frecuencias de 1710-1750MHz y 2110-2150MHz. Una porción de dicha banda (40+40 MHz) se adjudicó en julio del 2013 a los operadores Telefónica del Perú y Entel. Es preciso indicar que esta porción corresponde a la banda 4 del grupo 3GPP.

Luego de la Banda AWS sigue el rango comprendido entre 1750-1780 MHz a 2150-2180 MHz, a la que se la ha denominado "Banda AWS Extendida". Dicha porción de espectro (30+30 MHz) aún no ha sido licitada. Cabe señalar que en el caso de Estados Unidos³⁰ y Canadá³¹, dicha porción de espectro recibe la denominación de Banda AWS-3, la cual fue licitada en enero y junio del 2015, respectivamente.

²⁷ Para mayor información:

[http://www.msip.go.kr/dynamic/file/afieldfile/mssw311/1381784/2018/05/04/\(별첨\)이동통신\(IMT\)용 주파수할당 공고.pdf](http://www.msip.go.kr/dynamic/file/afieldfile/mssw311/1381784/2018/05/04/(별첨)이동통신(IMT)용 주파수할당 공고.pdf)

²⁸ Para mayor información:

<http://www.mineco.gob.es/portal/site/mineco/menuitem.ac30f9268750bd56a0b0240e026041a0/?vgnextoid=b476beb7ae7a4610VgnVCM1000001d04140aRCRD>

²⁹ Para mayor información: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0030/81579/info-memorandum.pdf

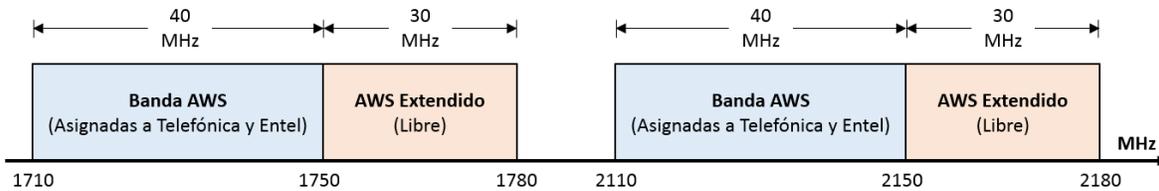
³⁰ Para mayor información sobre el proceso de licitación en USA, revisar:

<https://www.fcc.gov/auction/97>

³¹ Para mayor información sobre el proceso de licitación en Canadá, revisar:

En ese sentido, la Banda AWS Extendida es complementaria a la Banda AWS ya licitada, y una futura licitación de esta banda, habilitaría que otros operadores presentes en el mercado, puedan acceder a espectro en esta banda. Se debe señalar que mediante Resolución Ministerial N° 157-2019-MTC/01.03, el MTC dispuso que se realice un proceso de licitación en esta banda³², proceso que estará a cargo de ProInversión.

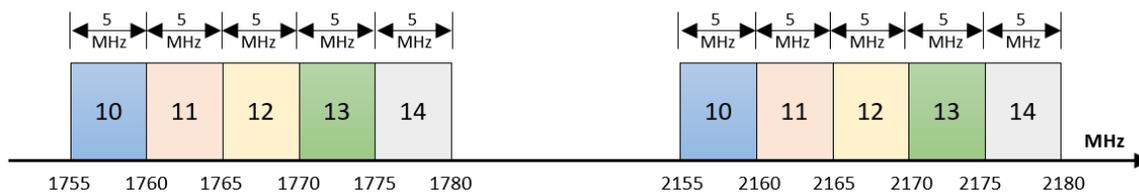
Figura N° 14.- Banda AWS Extendida (AWS-3)



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

En setiembre de 2019 mediante Resolución Viceministerial N° 641-2019-MTC/03 se modificó la canalización de la banda de 1710-1780 MHz a 2110-2180 MHz en 14 bloques de 5 MHz cada uno. Esta canalización se ha realizado en base a lo señalado por la practica internacional (por ejemplo, Estados Unidos, Canadá y México), la cual además es la canalización que el MTC ha estado adoptando para las bandas de 2.5 GHz y 3.5 GHz. Canalizar de esta manera permite una mayor flexibilidad para manejar el ancho de banda que finalmente se adjudicaría cada operador en el proceso de licitación.

Figura N° 15.- Canalización de la banda AWS Extendida



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

5.3. Banda L (Banda de 1500 MHz)

La Banda L o Banda de 1500 MHz se ubica en el rango de 1427 - 1518 MHz, y ya ha sido identificada por la UIT como Banda IMT. Asimismo, también ha sido adoptada por el Grupo

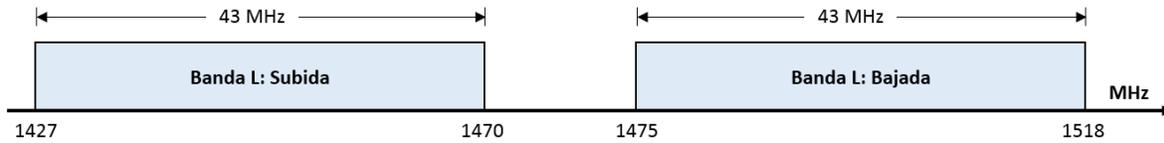
<https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10954.html>

³² Para mayor información:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-las-notas-p65-p67-y-p68a-del-plan-nacional-de-atr-resolucion-ministerial-no-157-2019-mtc0103-1747415-1/>

3GPP como Banda 74 para el despliegue de redes LTE y como banda n74 para el despliegue de redes 5G.

Figura N° 16.- Banda L



Fuente: GSMA. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

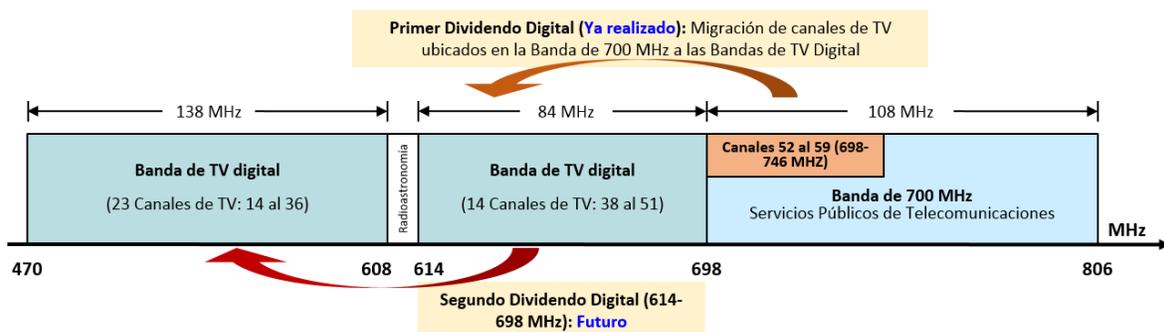
Para el caso peruano, esta banda también ha sido identificada como banda IMT tal como lo señala la Nota P51A del PNAF. Esta banda aún no se encuentra canalizada, por tanto podría ser usada en las siguientes configuraciones:

- Configuración TDD: 91 MHz, en el rango de 1427-1518 MHz. Estandarizada por las Bandas 3GPP 50 y 51.
- Configuración FDD: 43+43 MHz en los rangos de: 1427 - 1470 MHz a 1475 - 1518 MHz.

5.4. Banda de 600 MHz (Segundo Dividendo Digital)

El primer dividendo digital involucró segmentos de espectro que tradicionalmente eran empleados por canales de TV analógicos ubicados en la Banda de 700 MHz (698 - 806 MHz). Del mismo modo, el Segundo Dividendo digital abarca el segmento de espectro que es usado por canales de TV ubicados en la Banda de 600 MHz (614 – 698 MHz), que corresponde a los canales de TV del 38 al 51.

Figura N° 17.- Primer y Segundo Dividendo Digital



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

En nuestro país, el primer dividendo digital se aprobó mediante Resolución Ministerial N° 150-2010-MTC/03, luego de la adopción del estándar de TV Digital terrestre ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*). Dicho dividendo consistió en liberar la banda ubicada en el rango de 698-746 MHz, la misma que pasó a formar parte de la ya licitada banda de 700 MHz.

En la WRC-15 se identificó a las bandas 614-698 MHz para la prestación de Servicios de Banda Ancha Móvil en países de Europa, América y APAC (Asia Pacifico). Asimismo, en el WRC-19 se ha observado que dicha banda ya ha sido adoptada en algunos países (Bahamas, Barbados, Belice, Canadá, Colombia, Estados Unidos y México) para el despliegue de tecnologías IMT.

Así, algunos países de la región, ya están trabajando en el segundo dividendo digital:

- **Colombia**³³: En el WRC-15 propuso el uso de la banda de 600 MHz para tecnologías IMT.
- **México**³⁴: En marzo de 2018 la IFT aprobó la reubicación de los canales de TV ubicados en la Banda de 600 MHz. Asimismo, en el documento “*Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación*” publicado en marzo de 2019, señalan que la banda de 600 MHz ya ha sido liberada y está lista para ser licitada.

Cabe resaltar que en la Recomendación ITU-M.1036-6 publicada en octubre de 2019, se señala que la porción de 663-698 MHz a 617-652 MHz ha sido identificada para el despliegue de redes IMT.

En ese sentido, toda vez que en el WRC-19 el Perú no emitió opinión sobre la banda de 600 MHz, se espera que el MTC realice un estudio para determinar la factibilidad de implementar el segundo dividendo digital en el Perú, y de ser el caso con miras a la WRC-23 evalúe si se adhiere a la decisión ya adoptada por México, Colombia y USA.

³³ Para mayor información:

<http://www.internationalspectrumcongress.gov.co/wp-content/uploads/2018/11/Presentacion-ANE-ESCUELA.pdf>

³⁴ Para mayor información:

<http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/mexico-se-convertira-en-el-primer-pais-del-mundo-en-liberar-la-banda-de-600-mhz-para-5g-comunicado>

<http://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadelespectroradioelectricoenmexicopara5g.pdf>

5.5. Bandas Milimétricas

La UIT en la CMR-19 ha identificado un total de 17.25 GHz de espectro en bandas milimétricas para el despliegue de redes IMT (5G)³⁵, de los cuales 14.75 GHz se encuentran armonizados a nivel mundial.

Por su parte, el Grupo 3GPP ha identificado 4 bandas milimétricas (n257, n258, n260 y n261) que suman en total 8.25 GHz de espectro en el rango de 24.25 a 40 GHz, para el despliegue de redes 5G. Este ancho de banda se incrementará dado que, según GSA, este último bloque crecerá desde 40 GHz hasta los 43.5 GHz³⁶. Al respecto se observa que dichos rangos están en línea con algunos de los rangos de espectro identificados por la UIT.

Tabla N° 12.- Bandas milimétricas identificadas por la UIT

Rango de Frecuencia	Ancho de Banda (GHz)
24.25 - 27.5 GHz	3.25
37 - 43.5 GHz	6.5
45.5 - 47 GHz	1.5
47.2 - 48.2 GHz	1
66 - 71 GHz	5
Total	17.25 GHz

Fuente: ITU. Elaboración: GPRC-OSIPTTEL.

En nuestro país, de acuerdo a lo señalado en la Nota P68 del PNAF (actualizado por R.M. N° 320-2010-MTC/03), "Las bandas comprendidas entre 25.25 - 27.5 GHz, 27.5 - 28.35 GHz, 29.1 - 29.25 GHz, 31 - 31.3 GHz, 37.35 - 37.55 GHz, 38.05 - 38.25 GHz, 38.6-40 GHz, 40.5 - 42.5 GHz y 42.5 - 43.5 GHz están atribuidas a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico". Asimismo señala que "El otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro para la explotación de dichos servicios serán mediante concurso público de ofertas para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.". Si bien la Nota P68 señala que solo para Lima y Callao se contempla el concurso público, mediante Resolución Ministerial

³⁵ Para mayor información: <https://news.itu.int/wrc-19-agrees-to-identify-new-frequency-bands-for-5g>

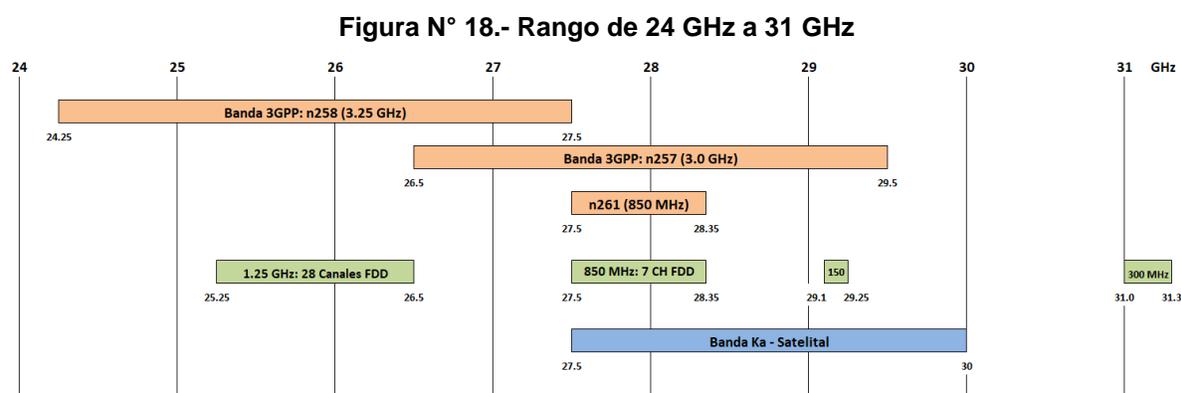
³⁶ Para mayor información:

<https://gsacom.com/paper/millimetre-wave-spectrum-for-5g-october-2019/>

Nº 687-2018 MTC/01.03 se señala que todas las bandas atribuidas a título primario para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones, requieren de concurso público sin importar la zona geográfica³⁷.

Las Bandas de la Nota P68 que se han canalizado, son las siguientes³⁸:

- **Banda de 25.25 - 27.5 GHz:** 28 canales en configuración FDD. Aun no se encuentra asignado.
- **Banda de 27.5 - 28.35 GHz:** 7 canales en configuración FDD. Aun no se encuentra asignado.
- **Banda de 29.1 - 29.25 GHz a 31 - 31.3 GHz:** 3 canales en configuración FDD. Aun no se encuentra asignado
- **Banda de 37.35 - 37.55 GHz, 38.05 - 38.25 GHz:** 4 canales en configuración FDD. En Lima y Callao se encuentra asignado a Americatel. Dicho operador estaría usando la banda para la prestación de servicios de telecomunicaciones por medio de radio enlaces (enlaces microondas).
- **Banda de 38.6-40 GHz:** 14 canales en configuración FDD. En Lima y Callao se encuentra asignado a Americatel y Century Link. Dichos operadores estarían usando la banda para la prestación de servicios de telecomunicaciones por medio de radio enlaces (enlaces microondas).



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

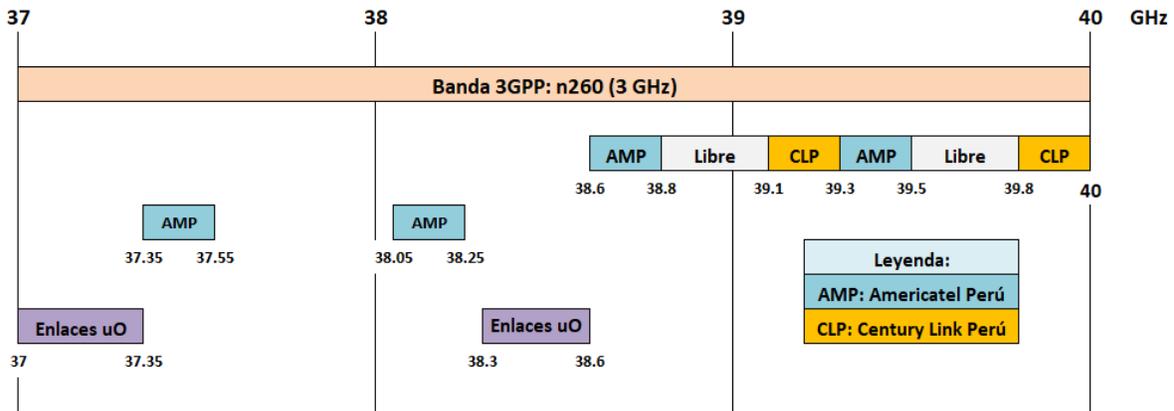
³⁷ Para mayor información:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-notas-de-aplicacion-general-al-cuadro-de-atribucion-resolucion-ministerial-n-687-2018-mtc0103-1686715-1/>

³⁸ Para mayor detalle revisar el Registro Nacional de Frecuencias:

http://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/servicios_publicos/registro_frecuencias.html

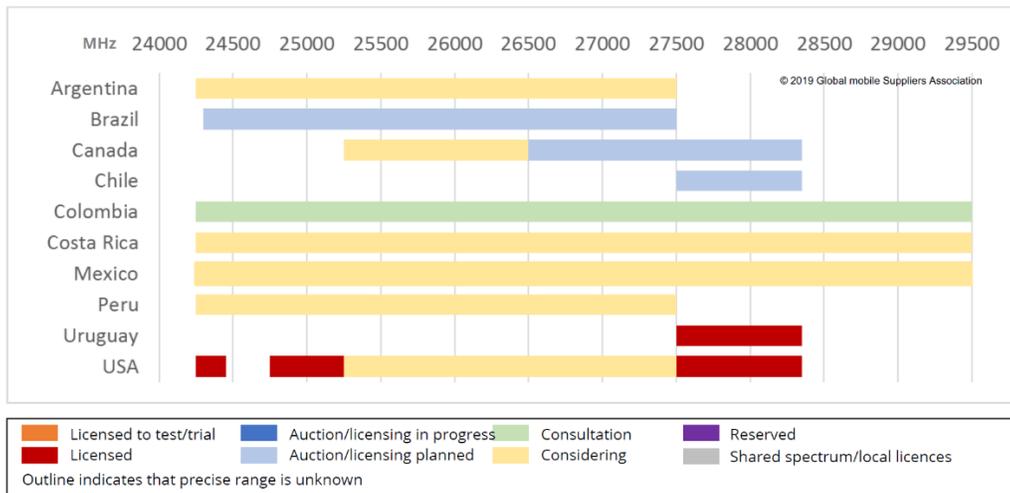
Figura N° 19.- Rango de 37 GHz a 40 GHz



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Asimismo, de acuerdo a lo señalado en la Nota P92, el rango de 37-37.35 GHz a 38.3-38.6 GHz se encuentra atribuido para enlaces microondas, mientras que las bandas restantes (40.5 - 42.5 GHz y 42.5 - 43.5 GHz), aún no se han canalizado³⁹.

Figura N° 20.- Estado de la banda de 26/28 GHz en América



Fuente: GSA, Octubre de 2019.

Cabe indicar que, según GSA a nivel mundial 113 operadores están considerando usar la banda de 24.25 a 29.5 GHz (Bandas de 26/28 GHz) para el despliegue de redes 5G.

³⁹ Para mayor información: https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/pnaf/PNAF%20Canalizaci%20on%20version%20final_1.pdf

Asimismo señala que 12 operadores ya tienen redes operando en este rango de frecuencias⁴⁰.

En ese sentido, los próximos pasos relacionados para la adecuación de las bandas milimétricas para su uso en el ecosistema 5G son:

- Evaluar la reserva de las bandas milimétricas identificadas por la UIT en el WRC-19.
- Evaluar el estado de ocupación de las bandas milimétricas y como se adoptarían las nuevas especificaciones de la UIT.
- Evaluar la canalización de las bandas milimétricas.
- Planificar el reordenamiento de las bandas milimétricas que lo requieran.

⁴⁰ Para mayor detalle revisar:
<https://gsacom.com/paper/spectrum-above-6-ghz-december-2019/>

6. PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ EN LAS BANDAS 2.3 GHZ Y 2.5 GHZ

A continuación se presenta un resumen de las transferencias de espectro en el Perú que se dieron en las bandas de 2.3 GHz y 2.5 GHz.

6.1. Procesos de transferencias en la banda de 2.3 GHz

En la banda de 2.3 GHz (2300-2400 MHz), que inicialmente contemplaba otros rangos de frecuencia (2300 a 2483.5 MHz y luego 2200 a 2400 MHz) han ocurrido diversos procesos de transferencias de espectro radioeléctrico. Uno de ellos es el espectro que inicialmente se asignó a DIGITAL WAY, el cual en el 2013 transfirió dicho recurso a DIRECTV quien finalmente lo transfirió a DIRECNET.



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Posteriormente en mayo de 2018, ENTEL adquirió la totalidad de las acciones de DIRECNET. En dicha transacción, Entel precisó que el activo principal de DIRECNET es el Bloque B de la Banda de 2.3 GHz (30 MHz)⁴¹. Así, en noviembre de 2019, luego del proceso de reordenamiento, DIRECNET transfirió su concesión y espectro de la banda de 2.3 GHz a favor de Entel Perú⁴².

6.2. Procesos de transferencias en la banda de 2.5 GHz

Esta es una de las bandas más utilizadas a nivel mundial para el despliegue de redes LTE y sus evoluciones, sin embargo en el Perú durante muchos años no se usó para tales fines.

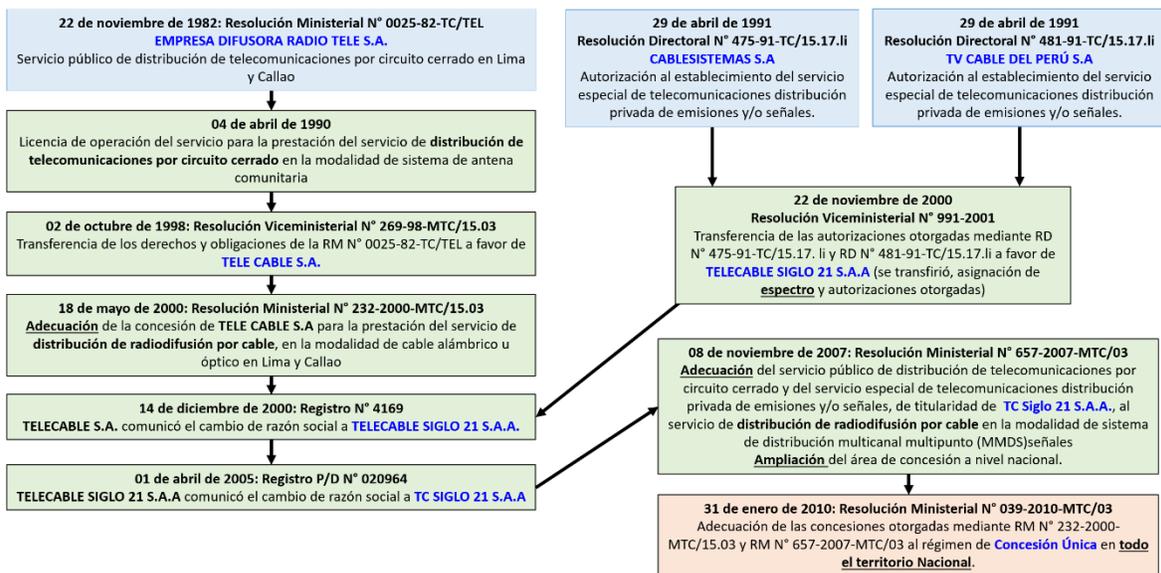
⁴¹ Para mayor información: http://www.svs.cl/documentos/hes/hes_2018060099288.pdf

<https://elcomercio.pe/economia/negocios/entel-compro-concesionario-internet-movil-us-3-5-mls-noticia-551941>

⁴² Resolución disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-transferencia-y-reconocen-a-entel-peru-sa-como-nu-resolucion-vice-ministerial-n-855-2019-mtc03-1831798-1/>

Cronológicamente, durante el periodo de 1982 hasta el 2000, el espectro en la banda de 2.5 GHz para Lima y Callao estuvo asignado a solo tres operadores, quienes obtuvieron sus asignaciones bajo la modalidad de “solicitud de parte”, es decir, sin concurso público. Para el año 2007, luego de diversas operaciones de transferencia de concesiones y cambios de razón social, el espectro en Lima y Callao quedó asignado a un solo operador: TC Siglo 21 S.A.A. Lo anterior se muestra e la Figura N° 22.

Figura N° 22.- Banda de 2.5 GHz (1982 – 2007)



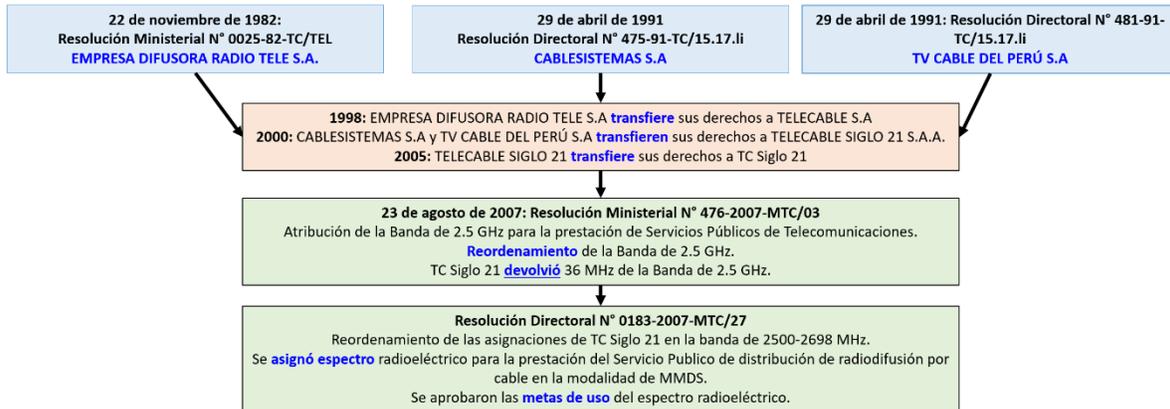
Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Posteriormente, en el año 2007 el MTC llevó a cabo un proceso de reordenamiento de las frecuencias de la banda de 2.5 GHz, que resultó en que la asignación total de TC Siglo 21 en esa banda sea de 114 MHz, y la cual, debido a su concesión asociada, sería usada para la prestación del servicio de TV por cable usando la tecnología MMDS (*Multichannel Multipoint Distribution Service*), servicio que ni antes ni después de dicho reordenamiento, se prestó de forma masiva en el Perú.

En el año 2009, el MTC autorizó una nueva transferencia de espectro, en virtud de la cual TC Siglo 21 transfirió 54 MHz (nueve canales de 6 MHz) a Nextel del Perú (hoy Entel Perú). Posteriormente en el año 2016, el MTC autorizó la transferencia de las asignaciones de TC Siglo 21 en Lima y Callao, a la empresa TVS Wireless. Luego, en el año 2017, el MTC autorizó las transferencias de las asignaciones de espectro de la empresa Cable Visión a favor de TVS Wireless (Lima y Callao), de la empresa TC Siglo 21 a favor de OLO del Perú

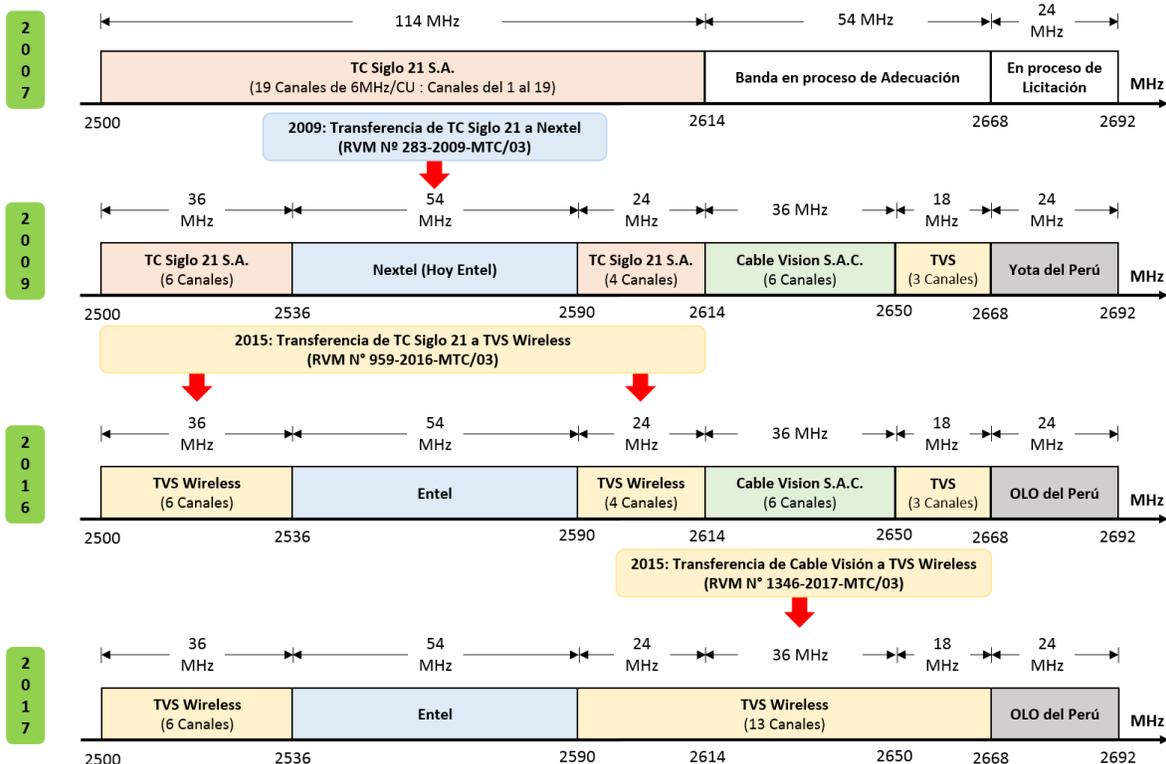
(provincias), y de la empresa Velatel a favor de OLO del Perú (provincias). Dichas operaciones así como las asignaciones resultantes se muestran en la Figura N° 24.

Figura N° 23.- Banda de 2.5 GHz (1982 – 2007)



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Figura N° 24.- Transferencias de espectro en la Banda de 2.5 GHz (2009-2017), Lima y Callao

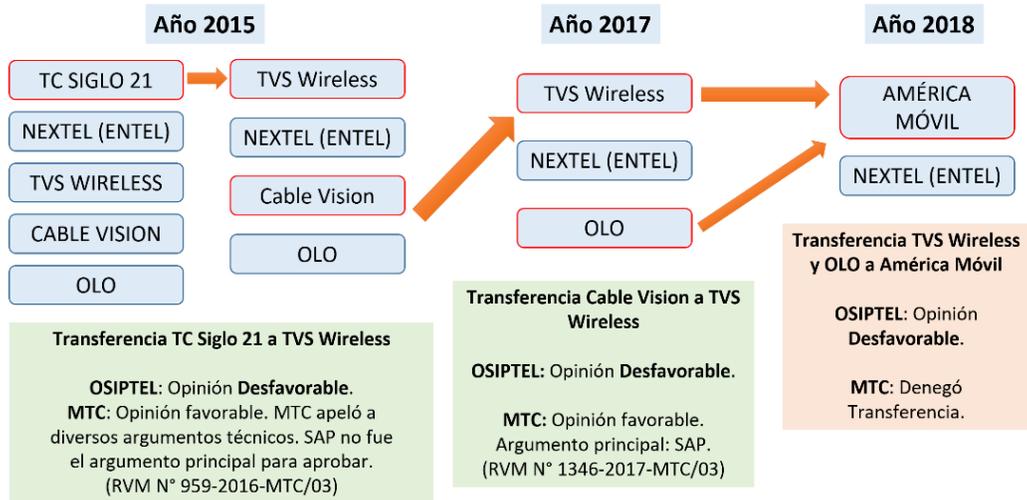


Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

De esta manera, a fines del año 2017 las Provincias de Lima y Callao contaban con la presencia de tres operadores: Entel, TVS Wireless y OLO del Perú, teniéndose que estos

dos últimos forman parte del grupo económico América Móvil. Finalmente, en julio de 2018, el MTC denegó la transferencia de espectro de las empresas TVS Wireless y OLO del Perú, a favor de América Móvil.

Figura N° 25.- Posiciones del OSIPTEL en las últimas transferencias de espectro (Lima y Callao)



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Figura N° 26.- Posiciones del OSIPTEL en las últimas transferencias de espectro en la Banda de 2.5 GHz (Provincias)

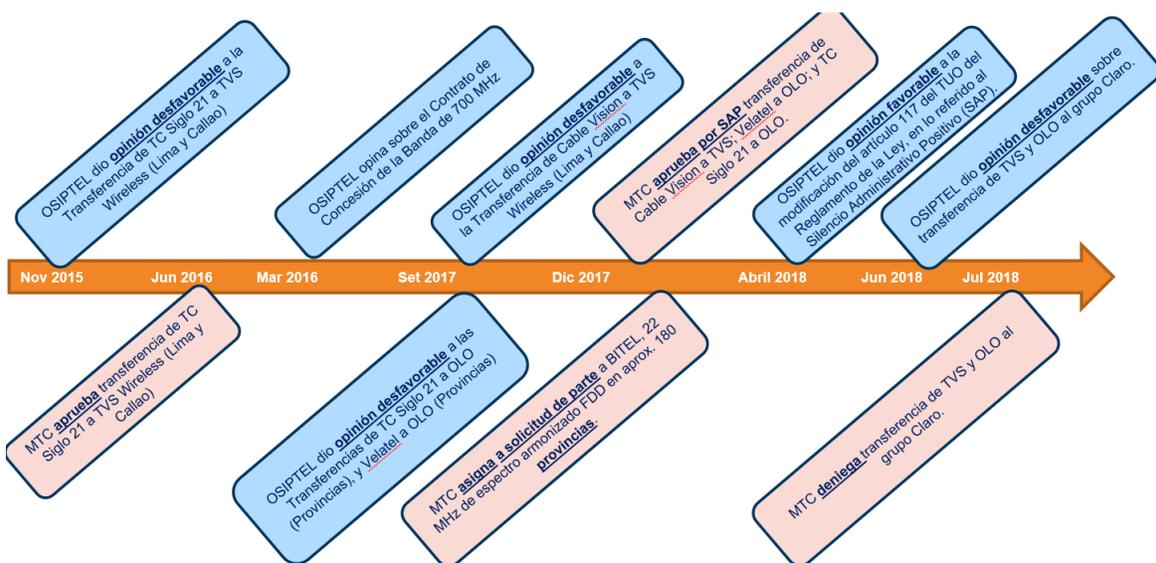


Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

En los procesos de transferencia que se iniciaron a partir del año 2015⁴³, el MTC solicitó que el OSIPTEL emitiese opinión sobre si las transferencias acarrearían afectaciones negativas a la competencia en el mercado. Las opiniones emitidas por el OSIPTEL se resumen en las Figuras N° 25 y 26.

Como se observa, en el año 2015 el OSIPTEL emitió opinión desfavorable al proceso de transferencia de espectro de TC Siglo21 a favor de la empresa TVS Wireless, no obstante, el MTC aprobó dicha transferencia. Del mismo modo, en el año 2017 el OSIPTEL emitió opinión desfavorable a las transferencias de espectro de Cable Visión a favor de TVS Wireless (Lima y Callao), de la empresa TC Siglo 21 a favor de OLO del Perú (provincias), y de la empresa Velatel a favor de OLO del Perú (provincias); sin embargo, el MTC aprobó dichas transferencias. Finalmente, en el 2018 el OSIPTEL emitió opinión desfavorable a las transferencias de espectro de TVS Wireless y OLO del Perú, a favor de América Móvil; en esta oportunidad, el MTC denegó dichas transferencias.

Figura N° 27.- Cronología de las opiniones emitidas por el OSIPTEL en las últimas transferencias de espectro en la Banda de 2.5 GHz



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

La línea cronológica de las opiniones emitidas por el OSIPTEL se muestra en la Figura N° 27. En dicha figura se puede apreciar además que a fines del año 2017, el MTC asignó

⁴³ En el proceso de transferencia del año 2009, en el cual el MTC autorizó la transferencia de 54 MHz de TC Siglo 21 a Nextel (actual Entel), no se solicitó la opinión del OSIPTEL.

espectro a la empresa Viettel del Perú (BITEL) en casi la totalidad de las provincias excepto en el departamento de Lima, para lo cual no se requirió opinión ex ante al OSIPTEL. Posteriormente, en agosto del 2018 y de manera ex post, el MTC solicitó al OSIPTEL su opinión sobre si dichas asignaciones concedidas a Viettel del Perú afectarían la competencia. Las opiniones emitidas por el OSIPTEL son de dominio público y se encuentran disponibles en la página web institucional del OSIPTEL⁴⁴.

Es preciso señalar que, tal como se desarrollará en la Sección 7, la banda de 2.5 GHz ha pasado por un proceso de reordenamiento, que ha tenido como resultado que operadores como OLO y TVS devuelvan espectro al Estado. Una vez culminado dicho proceso, se tiene conocimiento que América Móvil ha solicitado arrendar el espectro de OLO y TVS, proceso que aún se encuentra en trámite y por tanto se desconoce su resultado. Asimismo, también se tiene conocimiento que OLO ha solicitado transferir espectro a favor de América Móvil, no obstante se desconoce el estado del trámite.

Finalmente sobre la banda de 2.5 GHz, es pertinente mencionar que en el año 2015, el MTC revirtió el espectro asignado a TC Siglo 21 en diversas provincias del Perú (Trujillo, Lambayeque y otras). No obstante, dicha medida fue dejada sin efecto por el Poder Judicial⁴⁵. La línea de tiempo de la figura N° 27 nos muestra que luego de la anulación del proceso de reversión, tuvo lugar la transferencia de Espectro de TC Siglo 21 a OLO.

⁴⁴ <https://www.osiptel.gob.pe/documentos/transferencia-espectro>

⁴⁵ Cronología de la anulación de la reversión de espectro a TC Siglo 21 en el año 2015:

- Mediante **Resolución Directoral N° 510-2015-MTC/27** del 16 de octubre de 2015 se revocó la asignación del espectro asignado mediante **Resolución Directoral N° 183-2007-MTC/27**: 36 MHz en las provincias de Trujillo y Lambayeque, y 33 MHz en 19 provincias del Perú.
- Mediante **Resolución Viceministerial N° 882-2015-MTC/03** del 24 de diciembre de 2015, se declaró **infundado** el Recurso de Apelación interpuesto por TC Siglo 21 contra la Resolución Directoral que revocó su asignación de espectro.
- Mediante **Resolución N° Uno** del 24 de mayo de 2016 del Noveno Juzgado Especializado en lo Contencioso Administrativo de Lima, se concedió la **Medida Cautelar Innovativa** a favor de la empresa TC SIGLO 21 S.A.A., suspendiendo los efectos de la Resolución Viceministerial N° 882-2015-MTC/03.
- Posteriormente, mediante **Resolución N° Dos** del 25 de octubre de 2016, expedida por el Noveno Juzgado Especializado en lo Contencioso Administrativo de Lima, se ordena que se dé cumplimiento a la Medida Cautelar Innovativa concedida a favor de TC Siglo 21.
- En ese sentido, mediante **Resolución Viceministerial N° 1440-2016-MTC/03** del 08 de noviembre de 2016, se suspendieron los efectos de la Resolución Viceministerial N° 882-2015-MTC/03.

7. POLÍTICAS RELEVANTES EN MATERIA DE GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ EMITIDAS LOS ÚLTIMOS AÑOS

En la presente sección se presenta un listado de las principales acciones que ha realizado el MTC en materia de gestión del espectro radioeléctrico. Se destacan las normas relativas a la reserva de bandas, reordenamiento de bandas, canalización de la banda de 2.6 GHz, topes de espectro, metas de uso, arrendamiento de espectro y proyectos relacionados a mejorar la gestión del espectro radioeléctrico en el Perú.

Figura N° 28.- Normativa emitida por el MTC



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Es preciso señalar que dichas acciones por parte del MTC se encuentran alineadas con una serie de recomendaciones en materia de gestión del espectro radioeléctrico que el OSIPTTEL remitió al MTC durante los años 2010 a 2017.

En particular, el OSIPTTEL ha remitido al MTC sus comentarios y opinión, ya sea de oficio o como respuesta a una consulta realizada por el MTC, donde se señalaba la situación desfavorable que se observaba en la banda de 2.5 GHz, resaltando los problemas de uso ineficiente del recurso, y también de acaparamiento y especulación que se venían dando por parte de algunos concesionarios en dicha banda.

*“En tal sentido, realizó recomendaciones respecto a **políticas de refarming (especialmente de la banda de 2.5 GHz), esquemas de licitación, políticas de topes, promoción de nuevos entrantes, revisión de las metodologías de supervisión del uso eficiente del espectro, entre otras**⁴⁶.” (Énfasis añadido)*

⁴⁶ i) En el marco de la comisión encargada de elaborar el Plan Nacional para el desarrollo de la Banda Ancha en el país, en abril de 2010, el OSIPTTEL envió y presentó en dicha comisión, con la presencia del Viceministro Dr. Cubas, el documento “Políticas para el desarrollo de la banda ancha: Experiencia internacional y Diagnóstico del caso Perú”, en el cual se enfatiza la importancia de evitar la especulación con el recurso y se señala además que se deben reforzar los mecanismos de cumplimiento de las obligaciones de cobertura y expansión establecidas en los contratos de concesión del espectro, para

En particular, se resaltan las siguientes recomendaciones:

- Informe N° 217-GPRC/2013:
 - ✓ “ (...)el MTC puede considerar realizar un análisis para determinar que no se esté creando un “mercado secundario de espectro”
 - ✓ “(...) se recomienda que el MTC evalúe la normativa, metodologías y procedimientos relacionados a la asignación y uso de espectro, incluyendo los mecanismos de reversión del espectro al Estado en caso de subutilización”
- Informe N° 168-GPRC/2017: Se reitera la calidad del espectro como un recurso escaso y esencial para brindar servicios móviles. Del mismo modo, se reitera una serie de recomendaciones planteadas constantemente por el OSIPTEL, tales como:
 - (i) correcta determinación de las **Metas de Uso**; (ii) establecer un proceso integral de **refarming**; y, (iii) establecer **topes** de espectro para frecuencias altas y bajas.

7.1. Declaración de bandas en reserva e identificación de nuevas bandas IMT

Mediante Resolución Ministerial N° 095-2018 MTC/01.03⁴⁷, publicada el 23 de febrero de 2018, se modificaron las Notas P48, P51, P52, P53, P54, P55, P57, P61, P65, P67, P68A

que de esta manera “se reduzcan los incentivos de aquellos agentes que quieran hacer un mal uso del mismo para fines estratégicos o comerciales”.

Cabe resaltar que en este documento ya se hacía referencia al caso de la empresa TC Siglo 21 como un ejemplo de concentración del recurso.

ii) Carta C.127.PD.GPR/2010 del 25 de mayo de 2010, donde se complementó el documento previo haciendo énfasis en que se considere el componente de competencia al momento de asignar el espectro, se perfeccionen los esquemas de cobro de canon y se asegure el uso eficiente del espectro.

iii) Carta C.294-GG/2013 de fecha 25 de marzo de 2013, el OSIPTEL remitió al MTC el Informe N° 217-GPRC/2013, donde se recomendó que el MTC evalúe la normativa, metodologías y procedimientos relacionados a la asignación y uso de espectro, incluyendo los mecanismos de reversión del espectro al Estado en caso de subutilización.

iv) Carta C.1018-GG.GPRC/2013 de fecha 9 de diciembre de 2013, por la cual se remitió al MTC una propuesta de nuevos topes de espectro aplicables al sector, en el cual se presentaron y analizaron un conjunto de políticas que se vienen implementando a nivel internacional para promover la competencia y hacer un uso más eficiente del espectro, tales como el *refarming*, esquemas de licitación, políticas de topes, promoción de nuevos entrantes, entre otros.

v) Documento de Trabajo N° 16: “El Espectro Radioeléctrico como herramienta para la promoción de la expansión de los servicios móviles y la competencia en el Perú”, el cual está a disposición pública.

vi) Evento organizado por el MTC, “Regulación de banda ancha y TIC: acciones para mejorar la competencia” realizado en febrero de 2017 en el INICTEL-UNI. En dicho evento el Presidente del OSIPTEL indicó que se deben impulsar procesos integrales de reordenamiento (*refarming*) en determinadas bandas (2.5 GHz) que actualmente no están armonizadas de acuerdo a los estándares internacionales.

viii) Informes: Informe 166-GPRC/2017; Informe 168-GPRC/2017; Informe 216-GPRC/2017 donde se emiten las opiniones del OSIPTEL a las transferencias de espectro de Cable Visión a favor de TV5 Wireless (Lima y Callao), de la empresa TC Siglo 21 a favor de OLO del Perú (provincias), y de la empresa Velatel a favor de OLO del Perú (provincias).

⁴⁷ RM disponible en:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-el-plan-nacional-de-atribucion-de-frecuencias-pn-resolucion-ministerial-n-095-2018-mtc0103-1620023-1/>

y P73 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF). En dicha modificación se precisó que las bandas correspondientes a las citadas Notas, se declaran en Reserva, lo cual implica que mientras dure tal situación, el MTC no realizará nuevas asignaciones en estas bandas. Asimismo se señala que las empresas concesionarias con asignaciones en dichas bandas, podrán seguir operando hasta el vencimiento de sus respectivos títulos habilitantes, o hasta que se dispongan modificaciones de la atribución, canalización y/o se inicien procesos de **reordenamiento**, en cuyo caso las empresas concesionarias deberán cumplir las disposiciones que el MTC determine.

Tabla N° 13.- Declaración de Reserva de Bandas de espectro

Nota	Rango de Frecuencias	Área de Asignación
P48	452,5-457,5 MHz y 462,5-467,5	A nivel Nacional
P51	698-806 MHz	A nivel Nacional
P52	806-821 MHz y 851-866 821-824 MHz y 866-869 MHz	A nivel Nacional
P53	824-849 MHz y 869-894 MHz	A nivel Nacional
P54	849-851 MHz y 935-939 MH	A nivel Nacional
P55	894-899 MHz y 939-944 MHz	Lima y Callao
	894-902 MHz y 939-947 MHz	Resto del País
P57	899-915 MHz y 944-960	Lima y Callao
	902-915 MHz y 947-960 MHz	Resto del País
P61	1427-1518 MHz	A nivel Nacional
P65	1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz 1 710-1 770 MHz y 2 110-2 170 MHz 1 770-1 850 MHz y 1 910-1 930 MHz	A nivel Nacional
P67	1990-2025 MHz y 2170-2200 MHz	A nivel Nacional
	2500-2692 MHz	A nivel Nacional
P68A	2300-2400 MHz	A nivel Nacional
P73	3400-3600 MHz	A nivel Nacional

Fuente: RM N° 095-2018 MTC/01.03.

Asimismo, mediante la citada RM, se agregó al PNAF la Nota P51A, la cual señala que las bandas de frecuencias ubicadas en los rangos de 450-470 MHz, 698-960 MHz, 1427-1518 MHz, 1710-1885 MHz, 2300-2400 MHz, 2500-2690 MHz, 1885-2025 MHz, 2110-2200 MHz y 3400-3600 MHz han sido identificadas para ser usadas en el despliegue de tecnologías IMT.

7.2. Declaración de reordenamiento de bandas de espectro

Posteriormente, mediante Resolución Ministerial N° 687-2018-MTC/01.03⁴⁸, publicada el 30 de agosto de 2018, se modificó el PNAF con el fin de declarar el reordenamiento de las bandas 452,5 - 457,5 MHz y 462,5 - 467,5 MHz, 806 - 821 MHz y 851 - 866 MHz, 821 - 824 MHz y 866 - 869 MHz, 2500 - 2692 MHz, 2300 - 2400 MHz, y 3400 - 3 600 MHz, para la prestación de servicios vinculados a tecnologías móviles avanzadas (IMT). Al respecto, se destacan los siguientes puntos:

- En tanto dure el procedimiento de reordenamiento de dichas bandas, los titulares de frecuencias en esas bandas no pueden usarlas para brindar servicios diferentes a los que originalmente fueron atribuidos.
- Asimismo, en esas bandas de frecuencia no se aprueban nuevas asignaciones, modificaciones, ampliaciones, transferencias ni algún otro acto que involucre variaciones en el derecho de uso de la porción del espectro radioeléctrico.

Es preciso señalar que a la fecha, las bandas de 2500-2690 MHz y 2300-2400 MHz ya no se encuentran en reserva toda vez que ya culminó el proceso de reordenamiento⁴⁹.

7.3. Reglamento para el Reordenamiento de una Banda de Frecuencia

Mediante Decreto Supremo N° 016-2018-MTC⁵⁰, publicado el 31 de octubre de 2018, se publicó el Reglamento Específico para el Reordenamiento de una banda de frecuencias. Es preciso indicar que previo a la publicación final del Reglamento, el MTC publicó mediante la Resolución Ministerial N° 634-2018 MTC/01.03, una versión preliminar para comentarios de los interesados. Al respecto, el OSIPTEL remitió los respectivos comentarios mediante el Informe N° 00220-GAL/2018.

A continuación se presenta una figura que muestra de forma simplificada el proceso de reordenamiento de una banda de frecuencias:

⁴⁸ RM disponible en:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-notas-de-aplicacion-general-al-cuadro-de-atribucion-resolucion-ministerial-n-687-2018-mtc0103-1686715-1/>

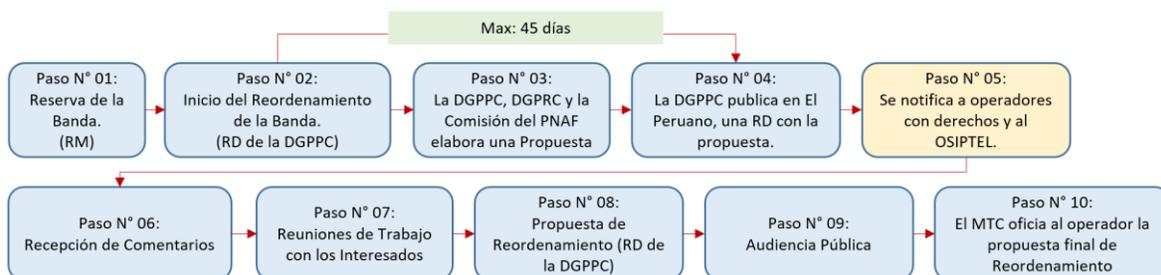
⁴⁹ Para mayor información revisar la RM N° 522-2019-NTC/01.03:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-el-plan-nacional-de-atribucion-de-frecuencias-pn-resolucion-ministerial-no-522-2019-mtc0103-1786327-9/>

⁵⁰ DS disponible en:

http://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/servicios_publicos/D.S.N%C2%B0016-2018-MTC.pdf

Figura N° 29.- Diagrama simplificado del proceso de Reordenamiento



Fuente: DS N° 016-2018-MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Asimismo, el citado DS también modificó el Artículo 218 del Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones, referente a la reversión del espectro al Estado, en los siguientes términos:

“El espectro asignado para servicios públicos, revertirá al Estado en los siguientes casos:

1. *Por revocación parcial o total de la asignación, debido a incumplimiento injustificado de metas de uso de espectro o cuando se trate de un recurso escaso y exista un uso ineficiente del mismo.*
2. *Solicitud del titular de la asignación.*
3. *Por vencimiento del plazo por el que se le otorgó la asignación, sin que el titular hubiese solicitado la renovación de la misma.*
4. *Por resolución del contrato de concesión del servicio para el cual se asignó el espectro.*
5. *Por renuncia a la concesión.*
6. *Cuando se superen los topes de espectro radioeléctrico aprobados por el Ministerio por haberse adjudicado la buena pro en un concurso público realizado para la asignación de nuevo espectro.*
7. *Cuando la operadora incurre en algunas de las causales de reversión establecidas en el Reglamento Específico para el Reordenamiento de una banda de frecuencias.*

(...)

En ningún caso procederá el desembolso de suma alguna a favor de la concesionaria.”

Uno de los aspectos relevantes del DS es el establecimiento de un mecanismo de cuantificación de los derechos de uso de una operadora en una determinada banda, el cual permite la determinación de obligaciones principalmente a aquellos operadores con porciones de espectro que fueron obtenidas mediante mecanismos distintos al concurso público. Asimismo, dicho reglamento establece que las obligaciones son exigibles a través de la provisión de redes, ampliación de cobertura y/o servicios de telecomunicaciones.

El reglamento de reordenamiento constituye la herramienta normativa principal, mediante la cual se pueden revertir condiciones desfavorables de asignación o distribución de frecuencias en una determinada banda, y por ello se aplicó de manera inmediata para reordenar las bandas 2.3 y 2.5 GHz, tal como se describirá más adelante.

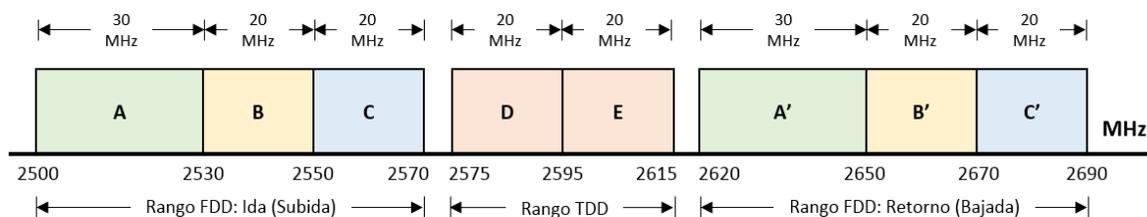
7.4. Modificación de la canalización de la Banda de 2.5 GHz

Mediante Resolución Vice Ministerial N° 242-2018-MTC/03⁵¹, publicado el 10 de marzo de 2018, se modificaron las Disposiciones de Radiocanales (Canalizaciones) aprobadas mediante R.VM. N° 268-2005-MTC/03. Es preciso señalar que con dicha modificación se conformaron bloques de tamaños similares a los observados en licitaciones a nivel internacional.

Así, esta modificación estableció una canalización única a nivel nacional, de acuerdo al siguiente detalle:

- **FDD:** 3 Canales de 30+30 MHz
- **TDD:** 2 canales de 20 MHz.

Figura N° 30.- Antigua canalización de la Banda de 2.5 GHz



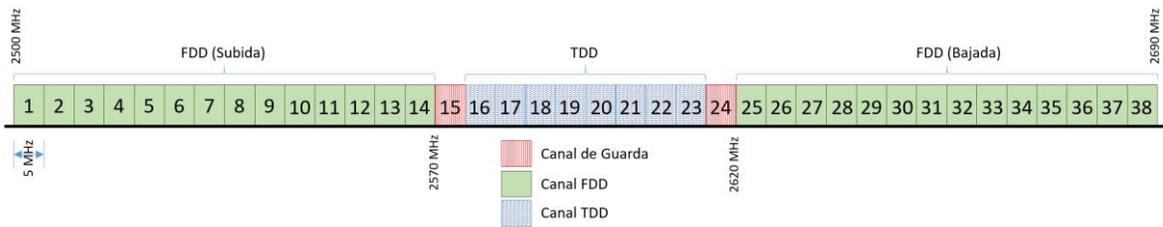
Fuente: N° 242-2018-MTC/03. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Cabe indicar que posteriormente, mediante Resolución Viceministerial N' 183-2019-MTC/03, dicha canalización fue modificada en bloques de 5 MHz (que aplican tanto para FDD como para TDD), tal como se muestra en la Figura N° 31.

⁵¹ Para mayor información:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-la-rvm-no-268-2005-mtc03-que-aprueba-las-dispos-resolucion-vice-ministerial-n-242-2018-mtc03-1624686-1/>

Figura N° 31.- Nueva canalización de la Banda de 2.5 GHz



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

7.5. Establecimiento de Topes a la asignación del Espectro Radioeléctrico

Mediante RM N° 085-2019-MTC/01.03⁵², actualizado mediante RM N° 757-2019-MTC/01.03, se fijaron los topes a la asignación de espectro radioeléctrico. Los topes se establecieron de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla N° 14.- Topes de espectro

Tipo de banda	Banda	Rango de Frecuencias	Tope
Bandas Bajas <= 1 GHz	450 MHz	452,5 - 457,5/ 462,5 - 467,5 MHz	60 MHz
	700 MHz	703 - 748 / 758 - 803 MHz	
	800 MHz	806 - 824 / 851 - 869 MHz	
	850 MHz	824 - 849 / 869 - 894 MHz	
	900 MHz	894 - 915/ 939 - 960 MHz	
1GHz < Bandas Medias <= 6 GHz	1900 MHz	1 850 - 1 910/ 1 930 - 1 990 MHz	280 MHz
	1.7 / 2.1 GHz	1 710 - 1 780/ 2 110 - 2 180 MHz	
	2.3 GHz	2 300 - 2 400 MHz	
	2.5 GHz	2 500 - 2 692 MHz	
	3.5 GHz	3 300 - 3 800 MHz	

Elaboración: OSIPTEL en base a RM N° 095-2018 MTC/01.03 y RM N° 757-2019-MTC/01.03.

7.6. Norma de Metas de Uso del Espectro Radioeléctrico

Mediante RM N° 234-2019-MTC/01.03⁵³, publicada el 2 de abril de 2019, el MTC publicó la “Norma de Metas de Uso del Espectro Radioeléctrico aplicable para los Servicios Públicos de Telecomunicaciones, excepto para el Servicio Portador brindado a través de enlaces punto a punto y para los servicios satelitales”, en adelante “Norma de Metas de Uso”⁵⁴.

Para la evaluación de las metas de uso se establecieron tres indicadores:

⁵² RM disponible en:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/fijan-topes-a-la-asignacion-de-espectro-radioelectrico-por-resolucion-ministerial-n-085-2019-mtc0103-1740617-1/>

⁵³ RM disponible en:

https://busquedas.elperuano.pe/download/full/8ivcEID_q23A38JPslYJgS

⁵⁴ El OSIPTEL mediante informe N° 322-GAL/2018, remitió los comentarios al Proyecto Normativo de Metas de Uso.

- n_1 : Nivel de evolución del **uso** de los SSPPTT.
- n_2 : Nivel de evolución de la **Capacidad** Instalada.
- n_{UBA} : Nivel de uso de la **Banda** asignada.

Asimismo se establecieron 3 valores umbrales ($\alpha = 1$, $\beta = 1$ y $\varepsilon = 0.5$), sobre los cuales se evaluarán a los indicadores n_1 , n_2 y n_{UBA} .

Tabla N° 15.- Escenarios Desfavorables

Indicador	Periodo		Escenario
	t-1	t	ID
n_1	$< \alpha$	$< \alpha$	A.1
	$= 0$	$= 0$	A.2
n_2	$\leq \beta$	$\leq \beta$	B.1
	$= 0$	$= 0$	B.2
n_{UBA}	$\leq \varepsilon$	$\leq \varepsilon$	D.1
	$= 0$	$= 0$	D.2

Fuente: RM N° 234-2019 MTC/01.03.

Así, si en la evaluación general se tiene que ocurre en simultáneo el escenario A.1 y B.1 o B.1 y D.1 o A.2 o B.2 o D.2, se configura un uso ineficiente de espectro, lo cual podría conllevar a una eventual revocación total o parcial del espectro radioeléctrico.

Si bien la norma apunta a actualizar el mecanismo de evaluación de las metas de uso, tendría algunos aspectos por mejorar:

- Se debería derogar la norma anterior (RM N° 087-2002-MTC), de tal forma que la nueva norma sea de aplicación obligatoria para todos los operadores de telecomunicaciones.
- Asumiendo que el ancho de banda se mantiene constante durante el periodo de evaluación, se tiene que el indicador n_1 , solo es una razón de *throughputs* (bps) que no toma en cuenta ni al ancho de banda (Hz), ni al área geográfica (km²) de la zona en evaluación:

$$n_1 = \frac{\sum_{i=1}^6 Thrpm_i}{\sum_{j=1}^6 Thrpm_j}$$

- En el caso del indicador n2, se observa que es innecesario considerar el área geográfica, dado que dicho valor se usa tanto en el numerador como en el denominador.
- Con el fin de hacer un uso eficiente del espectro, el umbral ϵ debería ser cercano a uno (1).

7.7. Norma que Regula el Arrendamiento de Espectro

Mediante Decreto Supremo N° 015-2019-MTC⁵⁵, publicada el 28 de mayo de 2019, el MTC publicó el Decreto Supremo que aprueba la Norma que regula el arrendamiento de bandas de frecuencias de espectro radioeléctrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

Algunos puntos resaltantes de la citada normativa son los siguientes:

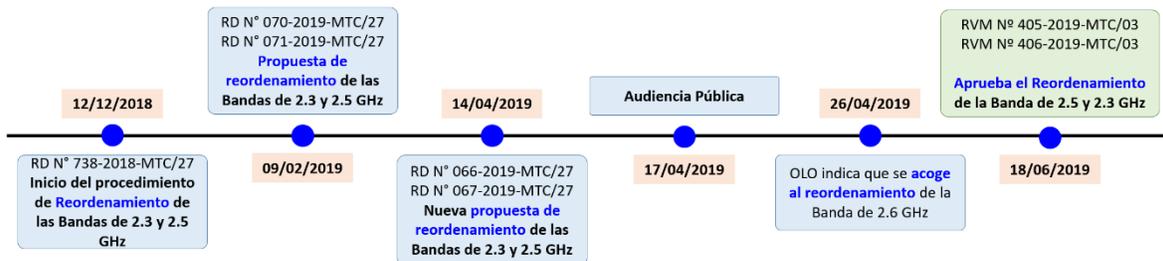
- **Plazo de arrendamiento:** Hasta 10 años.
- **Renovación del arrendamiento:** 5 años.
- **Cantidad de espectro:** No se puede arrendar la totalidad de frecuencias que tiene asignada en una banda específica. Como mínimo se debe arrendar un canal/subcanal de acuerdo a la canalización establecida.
- **Contraprestación económica:** Negociada libremente entre las partes, respetando el principio de “No Onerosidad”.
- **Topes:** El espectro arrendado cuenta para efectos de establecer topes.
- **Prohibición de comercialización de servicios y/o tráfico:** Los acuerdos vigentes se deben adecuar en un plazo de 6 meses.
- **Acceso al OSS:** Para el MTC.
- **Opinión del OSIPTEL:** El regulador emite opinión en un plazo de 7 días respecto a los efectos en el mercado que puede tener la transacción de arrendamiento.

⁵⁵ DS disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-norma-que-regula-el-arrendami-decreto-supremo-n-015-2019-mtc-1773375-5/>

7.8. Proceso de Reordenamiento de las Bandas de 2.3 y 2.5 GHz⁵⁶

Mediante Resolución Directoral N° 738-2018-MTC/27⁵⁷, publicada el 12 de diciembre de 2018, el MTC dispuso iniciar el proceso de reordenamiento de las bandas de frecuencias 2500 - 2690 MHz (Banda de 2.5 GHz) y 2300 - 2400 MHz (Banda de 2.3 GHz).

Figura N° 32.- Proceso de Reordenamiento de las Bandas de 2.3 GHz y 2.5 GHz.



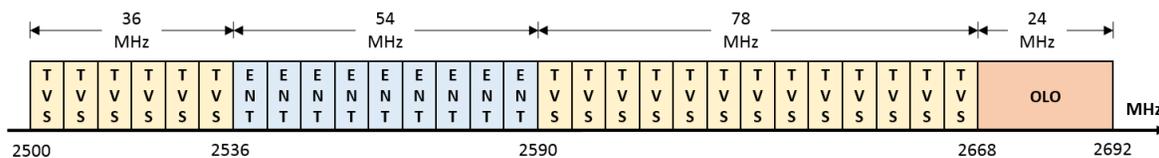
Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Caso de la Banda de 2.5 GHz

Antes del reordenamiento, en las provincias de Lima y Callao, 3 operadores contaban con asignación de espectro en esta banda:

- **TVS Wireless:** 114 MHz distribuidos en 19 canales de 6 MHz cada uno.
- **Entel Perú:** 54 MHz distribuidos en 9 canales de 6 MHz.
- **OLO del Perú:** 24 MHz.

Figura N° 33.- Banda de 2.5 GHz en Lima y Callao



Fuente: MTC. Elaboración: Área de Investigación Tecnológica-GPRC-OSIPTEL.

Para el resto de provincias del Perú se contaba con la presencia OLO, Viettel, entre otros operadores:

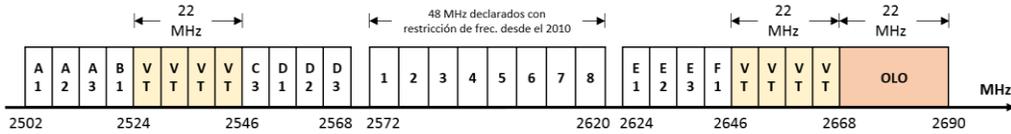
⁵⁶ Para mayor información:

http://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/proy%20normativos/2019/anexo-070-2019-MTC-27.pdf

http://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/proy%20normativos/2019/anexo-071-2019-MTC-27.pdf

⁵⁷ Resolución disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/disponen-iniciar-el-reordenamiento-de-las-bandas-de-frecuenc-resolucion-directoral-no-738-2018-mtc27-1722454-1/>

Figura N° 34.- Espectro de Viettel y OLO en la Banda de 2.5 GHz en algunas provincias.



Fuente: MTC. Elaboración: Área de Investigación Tecnológica-GPRC-OSIPTTEL.

Finalmente en junio de 2019, mediante RVM N° 405-2019-MTC/03, se culminó con el proceso de reordenamiento:

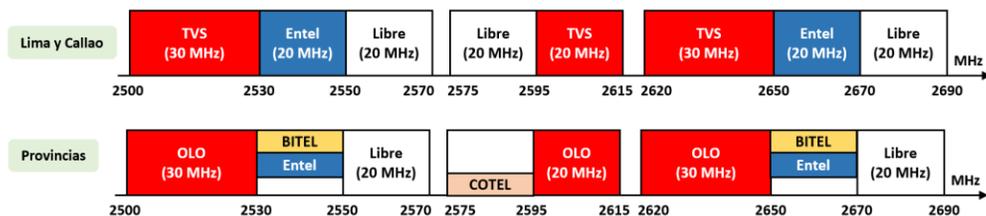
Tabla N° 16.- Antes y después del proceso de reordenamiento de la banda de 2.5 GHz.

Operador	Antes	Después
TVS*	2 Provincias 114 MHz en Lima y Callao	2 Provincias (Lima y Callao) 80 MHz (30+30 MHz FDD y 20MHz TDD) Devuelve 34 MHz
OLO*	196 Provincias: 24 MHz en Lima y Callao y diversos anchos de banda en el resto de provincias (44 MHz, 55 MHz, 77 MHz)	194 Provincias (No Lima y Callao) 80 MHz (30+30 MHz FDD y 20MHz TDD) (Devuelve el espectro de Lima y Callao. En las demás provincias gana espectro).
ENTEL	23 Provincias 54 MHz en Lima y Callao 16.5 MHz en 21 provincias	9 Provincias (incluye Lima y Callao) 40 MHz (20+20 MHz) Devuelve 14 MHz en Lima y Callao. Devuelve espectro en 14 provincias. Gana espectro en 7 provincias.
VIETTEL	183 Provincias (No Lima y Callao) Variable: De 11 MHz a 44 MHz	183 Provincias (No Lima y Callao) 40 MHz (20+20 MHz) Devuelve 4 MHz en 169 provincias, en las demás gana espectro.
COTEL	36 Provincias (No Lima y Callao) Variable: De 22 MHz a 33 MHz	36 Provincias (No Lima y Callao) 20 MHz Devuelve de 2 a 13 MHz.

Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Ello dio como resultado que el espectro resultante pueda ser usado en configuraciones TDD y FDD.

Figura N° 35.- Banda de 2.5 GHz luego del proceso de reordenamiento



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Producto del reordenamiento se establecieron las siguientes obligaciones:

Tabla N° 17.- Obligaciones resultantes

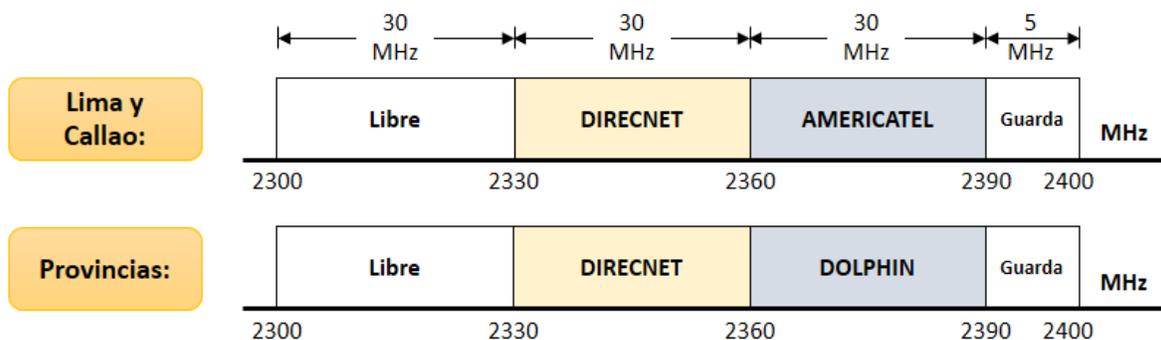
Operador	Obligación (MM USD)	Provincias	Vigencia de Concesión	Obligaciones Resultantes
TVS	0	Lima y Callao	04/11/2029	Sin obligaciones
OLO	25.50	Todos, menos Lima y Callao	21/01/2030	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue de 156 estaciones base en un periodo de 5 años. Precio unitario: USD 160,000. 80% con 4G o superior y el restante con 3G. Puede usar su propia red o la red de otro operador. Conectividad a 18 estaciones de peaje o pesaje de SUTRAN con 10Mbps con simetría 1:1, por 10 años. Precio unitario: USD 34,000.
ENTEL	0	Lima, Callao y 7 prov. más	06/09/2024	Sin obligaciones
VIETTEL	24.51	183 prov. (no incluye Lima y Callao)	05/05/2031	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue de 150 estaciones base en un periodo de 5 años. Precio unitario: USD 160,000. 80% con 4G o superior y el restante con 3G. Puede usar su propia red o la red de otro operador. Conectividad a 18 estaciones de peaje o pesaje de SUTRAN con 10Mbps con simetría 1:1, por 10 años. Precio unitario: USD 34,000.
COTEL	5.86	36 prov. (no incluye Lima y Callao)	09/09/2028	<ul style="list-style-type: none"> En 12 meses, conectividad a 665 Instituciones Educativas con al menos 40Mbps (actualizado al menos al 20% cada dos años). Precio unitario: USD 1,000.

Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Caso de la Banda de 2.3 GHz

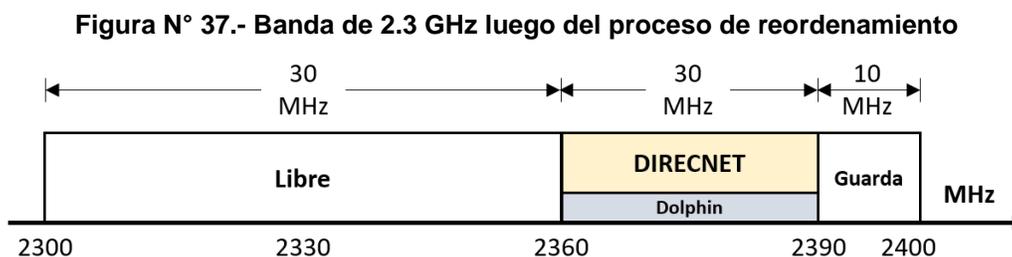
Antes del proceso de reordenamiento el espectro se encontraba distribuido entre 3 operadores:

Figura N° 36.- Banda de 2.3 GHz antes del proceso de reordenamiento



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

Luego del proceso de reordenamiento, el espectro quedo distribuido de la siguiente manera⁵⁸:



Fuente: MTC. Elaboración: Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

- DIRECNET: Lima, Piura, Ica, La Libertad, Arequipa, Lambayeque y el Callao.
- DOLPHIN: Provincia Yauli del departamento de Junín.

Producto del reordenamiento se establecieron las siguientes obligaciones:

Tabla N° 18.- Obligaciones resultantes

Operador	Obligación (MM USD)	Provincias	Vigencia de Concesión	Obligaciones Resultantes
DIRECNET	22.46	Lima, Callao y 43 prov. más	17/07/2037	<ul style="list-style-type: none"> • Despliegue de 140 estaciones base en un periodo de 5 años. Precio unitario: USD 160,000. 80% con 4G o superior y el restante con 3G. Puede usar su propia red o la red de otro operador.
DOLPHIN	0.04	1 prov. (no incluye Lima y Callao)	13/06/2028	<ul style="list-style-type: none"> • Internet en 5 instituciones educativas con velocidades de Internet fijo no menor a 40 Mbps, durante el tiempo de su concesión.

Fuente: MTC. Elaboración: Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

7.9. Proceso de Reordenamiento de las bandas de 3.5 GHz

Mediante Resolución Directoral N° 358-2019-MTC/27⁵⁹, publicada el 28 de octubre de 2019, se inició el proceso de reordenamiento de la banda de 3300-3800 MHz. El MTC publicará la propuesta a más tardar el 3 de enero de 2019.

⁵⁸ Para mayor información revisar:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reordenamiento-de-la-banda-de-frecuencias-2-300-2-resolucion-vice-ministerial-no-406-2019-mtc03-1780116-1/>

⁵⁹ Para mayor información:

A la fecha, en Lima y Callao se cuenta con los siguientes operadores:

- Entel: 25+25 MHz
- Telefónica: 25+25 MHz.
- Americatel: 25+25 MHz
- Claro: 25+25 MHz

De acuerdo al cronograma publicado, se espera que el proceso culmine el 8 de junio de 2020.

Tal como se detalló en las secciones precedentes, en los dos últimos años el MTC ha emitido una serie de normas que resultan de gran beneficio para el sector telecomunicaciones y que abre paso para que los operadores implementen redes de última generación. Producto de estas políticas se han identificado diversas bandas de espectro, las cuales en su momento van a tener que ser licitadas. En ese sentido, uno de los aspectos relevantes es que estas subastas se diseñen de tal forma que permitan que los operadores hagan un uso eficiente del recurso y que se promueva la competencia en el sector. En la siguiente sección se aborda el tema de diseño de subastas y se describe los mecanismos utilizados en las últimas subastas de espectro.

8. ASPECTOS RELATIVOS A LAS SUBASTAS DE ESPECTRO

Actualmente, la asignación de espectro electromagnético a las empresas operadoras por medio de subastas es la opción más practicada en el mundo entero, por encima de mecanismos administrativos como son los denominados “*beauty contests*”. En este tipo de mecanismo, se evalúan las propuestas de diversos postores sobre cómo se utilizará un determinado bloque de espectro radioeléctrico. Sin embargo, dado que la evaluación realizada se da mediante criterios subjetivos, suele estar asociada a procesos poco transparentes. Esto podría representar un problema en economías con cierta debilidad institucional, en donde grupos de influencia puedan ejercer presión sobre el concedente para que elija ciertos criterios a evaluar en lugar de otros.

Por otro lado, el mecanismo de subastas, utilizado a partir de los años 90 en Estados Unidos (pese a que fuera propuesto en los años 50 por Ronald Coase), permite asignar el recurso de una forma completamente objetiva. De acuerdo con Cramton (2002), las subastas permiten que el recurso a ser subastado sea asignado a los postores que valoren en mayor medida el espectro.

Asimismo, la subasta representa un mecanismo transparente, en el sentido de que el único criterio para determinar el adjudicatario del bien subastado es el precio a ser pagado. Asimismo, en comparación con otros mecanismos, puede significar mayor simplicidad en cuanto al proceso administrativo a ser aplicado para la asignación de espectro. En el caso de los *beauty contests*, por ejemplo, el proceso administrativo suele ser engorroso, pues es necesario evaluar las ofertas a ser realizadas por cada postor.

Sin embargo, hay que tener en cuenta también que los gobiernos pueden tener diferentes objetivos relacionados con la gestión de espectro, y es posible que todos ellos no puedan ser alcanzados por medio de subastas. A veces, dichos objetivos son alcanzados por medio de otros instrumentos de política, como regulaciones, condiciones impuestas a las licencias, estándares requeridos, entre otros.⁶⁰

⁶⁰ International Telecommunications Union (2012): “Economic aspects of spectrum management”. Report ITU-R SM.2012-6.

Para que el uso de subastas no genere posibles distorsiones a la competencia, es necesario que su diseño considere ciertas reglas. Es posible que alguno de los postores tenga posición de dominio en el mercado, y con el fin de fortalecer dicha posición, pretenda acumular espectro, limitando de esta forma la entrada de nuevos operadores o el crecimiento de operadores ya establecidos y generando así una barrera estratégica. Ante estos casos, se pueden imponer restricciones de participación a operadores con posición de dominio, o limitar la cantidad de espectro que estos puedan adjudicarse, imponiendo topes de espectro.

Asimismo, en algunos casos se ha limitado la participación de operadores con posición de dominio, o incluso se han dirigido subastas específicamente para operadores entrantes. Sin embargo, pese a que las limitaciones a la participación pueden resolver el problema relacionado con la participación de los operadores dominantes, puede limitar también el número de postores.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que, en algunos casos, no es factible realizar subastas para asignar espectro. Estos casos son⁶¹:

- Cuando no hay exceso de demanda por el espectro, es decir, cuando no hay conflicto sobre a quién se deba asignar el recurso;
- Cuando el espectro está destinado a servicios socialmente deseables, como defensa nacional o investigación científica. En caso de hacer una subasta para estas porciones de espectro, el precio pagado podría suponer que estos servicios no sean provistos de forma socialmente óptima;
- Cuando hay servicios que pueden ser brindados en varios países, como sistemas satelitales regionales, el proveedor del servicio tendría que participar en subastas de espectro en cada país donde el servicio sea provisto. Esto podría significar un proceso muy complicado para contar con el espectro necesario, llevando incluso a demoras en la implementación de servicios nuevos e innovadores. Además, al haber subastas secuenciales se generaría una alta incertidumbre para el proveedor el servicio, pues no tendría la seguridad de poder ganar todas las subastas en los países donde se vaya a prestar el servicio.

⁶¹ International Telecommunications Union (2012): "Economic aspects of spectrum management". Report ITU-R SM.2012-6.

Asimismo, como menciona la UIT (2012), hay ciertas condiciones que pueden provocar fracasos en el proceso de adjudicación de espectro. Estos factores están relacionados con ciertas condiciones de un país como nivel de desarrollo económico, infraestructura de telecomunicaciones, clima para invertir o restricciones al comercio de espectro, entre otros factores. Cuando estas condiciones no son las adecuadas, es posible que una subasta de espectro no pueda generar el suficiente interés entre los potenciales postores.

Por otro lado, la entidad concedente de espectro debe tener en cuenta que el precio de una banda de espectro es especialmente sensible a ciertos factores, como el rango de usos permitidos, la carga regulatoria o la cantidad de espectro disponible para ser utilizado por las empresas operadoras. Respecto al rango de usos permitidos para una determinada banda de espectro, se espera que ante una mayor gama de usos posibles, mayor sea el valor que otorguen los operadores a dicha banda. Sin embargo, es necesario también tomar en cuenta que definir un rango de uso muy amplio podría generar complicaciones al momento de evitar interferencias para licencias de bandas adyacentes.⁶²

La carga regulatoria también incide sobre el valor del espectro. Mientras más regulaciones, condiciones o restricciones se impongan al uso del espectro a ser subastado, o cuando la regulación no permite cierto nivel de protección a la potencial inversión a ser hecha por los postores, menor será el monto recaudado en la subasta. En ese sentido, es aconsejable evitar condiciones de licencia demasiado onerosas -tales como obligaciones de cobertura que no se reflejen en los precios de reserva-, establecer plazos de concesión cortos o no implementar ciertas garantías para la renovación de concesión.

Finalmente, es necesario considerar que la maximización de la recaudación obtenida por la concesión del espectro no debería ser el objetivo final de las autoridades concedentes de espectro, sino más bien maximizar la eficiencia social (Cramton, 2009; UIT, 2012). Si la recaudación fuese el objetivo principal de la autoridad, entonces podría restringirse el espectro a ser subastado con el fin de crear un exceso de demanda artificial y maximizar el precio pagado por los postores. Sin embargo, el restringir el espectro otorgado a las

⁶² International Telecommunications Union (2012): "Economic aspects of spectrum management". Report ITU-R SM.2012-6.

empresas podría generar que se ofrezca un menor rango de servicios a los usuarios, mayores precios y una menor eficiencia económica en general.

Entonces, si bien la carga regulatoria puede incidir negativamente sobre la recaudación obtenida por la concesión del espectro, es cierto también que, dependiendo de cuáles sean los objetivos y prioridades de la autoridad encargada de la gestión del recurso, podría ser válido recaudar menos en aras de alcanzar determinadas metas de política.

8.1. Principios para la planificación y ejecución de una subasta de espectro

De acuerdo con la UIT (2012) y GSMA (2018), para que una subasta se realice en forma óptima, la autoridad encargada de su ejecución debe tomar en cuenta algunos principios:

Sobre el marco legal y las reglas de la subasta

- El marco legal aplicable tanto a la gestión y concesión del espectro, como a la subasta, debe ser claro y sólido;
- El derecho a ser concesionario debe ser claro en cuanto a ciertos aspectos como la cobertura geográfica, ancho de banda disponible, tipo de concesión, condiciones de la concesión, restricciones en el servicio, estándares requeridos para los equipos de telecomunicaciones, entre otros. Estas características de la concesión deben ser tan específicas y precisas como sea posible. Cualquier incertidumbre que esté relacionada con la concesión del espectro -como el tiempo de concesión, o los derechos y obligaciones de los concesionarios, por ejemplo- podría verse reflejado en menores montos ofertados por parte de las empresas. En este sentido, debe definirse claramente las licencias, términos, condiciones o políticas a aplicar, antes de saber a quién se adjudicará el espectro;
- Todas las reglas y procedimientos a ser aplicados en la subasta deben ser conocidos por los postores.

Sobre las condiciones de la subasta

- El subastador debe establecer precios de reserva moderados, dejando que el mercado determine los precios del espectro. De otra forma, un precio de reserva demasiado alto podría desincentivar a los postores de participar en la subasta;
- Adoptar las mejores prácticas relacionadas con el diseño de adjudicaciones, por ejemplo, utilizando formatos de subasta de rondas múltiples que permitan descubrir

la valoración del bien por parte de los demás postores y consecuentemente del precio, y evitando los diseños que priorizan la recaudación de ingresos públicos antes que la eficiencia.

Sobre las acciones del gobierno después de la subasta

- Debe haber la certeza de que el gobierno puede y va a garantizar que los concesionarios puedan ejercer los derechos asociados a la concesión del espectro, así como que va a cumplir con las obligaciones que le corresponden;
- Entre algunas de las cosas que el gobierno debe asegurar, está el grado de protección que los concesionarios pueden esperar respecto a posibles interferencias de otros concesionarios de bandas adyacentes. También debe quedar claro para los concesionarios las acciones que ellos deben tomar para no interferir con otras concesiones de espectro;

8.2. Tipos de subasta de espectro⁶³

Las subastas de espectro pueden ser especialmente complicadas pues, usualmente, se subasta más de un bloque de espectro, pudiendo haber diversidad de intereses por parte de los postores en cuanto a la cantidad de bloques a ser adquiridos. Asimismo, en algunos casos el espectro es concesionado de acuerdo a ciertas zonas geográficas, pudiendo entonces dividirse un mismo bloque de espectro en zonas geográficas, lo que complica la adjudicación por parte de la autoridad concedente.

Las subastas en general pueden ser de “oferta abierta” u “oferta cerrada” (o “sobre cerrado”), según como sea la forma en que se requiere a los postores que realicen sus ofertas. En una subasta de oferta abierta, los postores pueden ver en tiempo real las ofertas de los otros postores, y pueden reaccionar inmediatamente ante otras ofertas. Por su parte, en una subasta de sobre cerrado, todos los postores entregan sus ofertas simultáneamente, por lo que ningún postor tiene información sobre las ofertas realizadas por el resto de postores. Las subastas de espectro, suelen ser, en su mayoría, subastas de oferta abierta.

⁶³ Ver Cramton (2009), Cullen International (2012), Maschler et al. (2013), y Bichler y Goeree (2017).

Tabla N° 19.- Principales tipos de subasta de espectro

Tipo de subasta	Características	Ventajas	Desventajas
Subasta de una ronda a sobre cerrado	Se hacen ofertas en sobre cerrado. Una sola ronda.	Simplicidad.	Los postores realizarían ofertas menores al Sólo permite licitar bloques individualmente.
Subasta de múltiples rondas ascendentes	Cada ronda los postores realizan una oferta por el bloque de espectro. En la siguiente ronda, el precio base corresponde a la oferta máxima de la ronda anterior. Termina cuando no se realizan más ofertas, siendo el ganador el postor con la oferta más alta. Es para licitar bloques individuales.	Permite a postores obtener información acerca del valor del bien subastado.	Sólo permite licitar bloques individualmente.
Subasta de múltiples rondas simultáneas (SMRA) <hr/> SMRA estándar <hr/> SMRA con <i>switching</i> <hr/> SMRA con ofertas combinatorias <hr/> SMRA con bloques abstractos <hr/> SMRA combinatoria de reloj	Es el tipo de subastas más utilizado por la FCC (regulador de EEUU). Similar a subasta de múltiples rondas ascendentes, pero permite licitar múltiples bloques. <hr/> A diferencia de la SMRA estándar, los postores pueden retirar una oferta de un bloque y proponer la misma en un nuevo bloque de interés. <hr/> Permite hacer ofertas que agrupen más de un bloque de espectro, pudiendo hacerse varias ofertas por bloque por cada ronda. <hr/> Se ejecutan dos fases. En la primera, se determina cuántos bloques de espectro se adjudicará cada postor. En la segunda, se determina la ubicación de estos. <hr/> Se ejecutan dos fases. En la primera, se determina cuántos bloques de espectro se adjudicará cada postor, para lo que se dividen a los bloques en categorías. Si hay exceso de demanda tras las ofertas, se incrementa el precio y se inicia una nueva ronda. En la segunda fase, se determina la ubicación de los bloques de espectro.	Permite subastar bloques en forma simultánea. Permite a postores obtener información acerca del valor del bien subastado. <hr/> Similares a ventajas de SMRA estándar, y además otorga flexibilidad para que los postores obtengan bloques adyacentes. <hr/> Similares a ventajas de SMRA con <i>switching</i> , y además reduce los riesgos para los postores interesados en adjudicarse más de un bloque. <hr/> Similares a ventajas de SMRA con ofertas combinatorias, y además otorga aún mayor flexibilidad para postores en relación con ubicación de bloques de espectro. <hr/> Similares a ventajas de SMRA con bloques abstractos, pero supone una mayor simplicidad en su ejecución y en estrategias a aplicar por parte de postores.	No permite flexibilidad para que postores puedan cambiar bloques obtenidos. <hr/> Podrían darse comportamientos oportunistas para reducir precios finales a pagar. <hr/> Alta complejidad para ofertantes y para el subastador. <hr/> Similares a desventajas de SMRA con ofertas combinatorias, aunque implica una aún mayor complejidad para ofertantes y para el subastador. <hr/> Similares a desventajas de SMRA con bloques abstractos, aunque con menor grado de complejidad.

En la Tabla N° 19 se presentan los principales tipos de subastas utilizados para asignar espectro alrededor del mundo. En esta tabla, se presentan, a modo de resumen, las principales características, ventajas y desventajas por tipo de subasta.

A continuación se describirán en detalle los tipos de subasta más utilizados para la adjudicación de espectro.

a. Subasta de una ronda a sobre cerrado

Esta subasta suele ser utilizada para otorgar licencias por cada bloque individual de espectro. Normalmente, no se utiliza para otorgar más de una licencia. El procedimiento de la subasta es bastante simple: cada postor hace una oferta en un sobre cerrado. Luego, todas las ofertas son abiertas simultáneamente y gana quien haya propuesto la oferta mayor.

Bajo la forma estándar, el precio pagado por el ganador es el que propuso en su oferta. Hay una variante de este tipo de subastas, llamada “Subasta de segundo precio de sobre cerrado” o “Subasta de Vickrey”, en que el ganador paga lo correspondiente a la segunda oferta más alta. De acuerdo con la teoría de subastas, bajo la forma estándar los postores realizan ofertas menores al valor de mercado estimado, con el fin de evitar la llamada “maldición del ganador”. Esta “maldición” consiste en que quien gana una subasta puede estar realizando una oferta que está por encima del verdadero valor del bien subastado, debido a que tiene información incompleta acerca de dicho valor.

b. Subasta de Múltiples Rondas Ascendentes

Es la forma más simple de una subasta de rondas múltiples y está diseñada para licitar un bloque de espectro. La subasta empieza con el precio de reserva, que es determinado por el subastador, o la autoridad encargada de llevar a cabo la subasta. Este precio podría ser cero. En cada ronda, las ofertas hechas por los postores deben ser más altas que la oferta más alta de la ronda previa. La subasta termina cuando ninguna oferta es realizada.

La ventaja de las subastas de múltiples rondas, en comparación con las subastas de una sola ronda, está en que permiten que los postores obtengan información acerca del valor del bien subastado al observar las ofertas hechas por el resto de postores, y de esta forma tengan una noción más clara del precio del bien en cuestión.

c. Subasta de Múltiples Rondas Simultáneas (SMRA)

Este tipo de subastas ha sido el más utilizado por la autoridad encargada de asignar el espectro en Estados Unidos (Federal Communications Commission, FCC), desde su introducción en 1994. Es también conocida como Subasta Simultánea Ascendente.

Este tipo de subasta tiene varias versiones. Las principales, que serán comentadas en estas páginas, son las subastas estándar, con *switching*, con ofertas combinatorias y con bloques abstractos.

SMRA estándar

En esta versión, la más simple, se asigna a cada bloque de espectro un precio individual, el cual es anunciado al final de cada ronda. En la primera ronda, el precio de reserva es el precio de cada bloque. En cada ronda, los postores realizan ofertas por cada bloque de espectro. Las ofertas solamente son observadas por todos los postores al final de cada ronda. Para que una oferta sea válida, debe ser mayor al precio vigente del bloque.

Al finalizar una ronda, el subastador anuncia un monto monetario mínimo de incremento sobre el precio establecido, que es anunciado por el subastador al finalizar la ronda. Asimismo, el subastador determina también cuál fue la oferta más alta para cada uno de los bloques de espectro. Esta oferta es llamada "*standing high bid*", y será el nuevo precio base del bloque de espectro para la siguiente ronda. El postor que haya ofertado el *standing high bid* vigente (o "*standing high bidder*") será anunciado también al finalizar la ronda. Las reglas de la subasta deben definir cómo se decide quién es el *standing high bidder* cuando dos o más postores realizan la misma oferta. Este puede ser determinado en forma aleatoria o por el tiempo en que la oferta fue realizada.

La subasta termina cuando no se realiza ninguna oferta mayor al *standing high bid* vigente, y el ganador del bloque será el ofertante de dicho precio.

Hay ciertas reglas de actividad que pueden limitar los bloques sobre los que los postores pueden realizar ofertas. Esta actividad permitida para los postores, estará determinada por los bloques sobre los que el postor va haciendo ofertas a lo largo de la subasta. Asimismo, los toques de espectro que pueda haber establecido la autoridad de espectro pueden limitar la "elegibilidad" de los postores para que se le adjudique uno o más bloques de espectro.

Las reglas pueden variar entre una subasta y otra, aunque lo mínimo que debe cumplirse es que cada postor sepa en qué bloques es el *standing high bidder*, especialmente cuando se producen empates en cuanto a los montos ofertados.

SMRA con Switching

En algunas ocasiones, el *standing high bidder* en una subasta SMRA podría estar interesado en cambiar el bloque que tiene asignado provisionalmente, en el caso de que quiera adjudicarse más de un bloque de espectro y necesite que dichos bloques sean adyacentes.

Sin embargo, bajo las reglas de la SMRA estándar, el *standing high bidder* no puede cambiar el bloque que tiene asignado provisionalmente, así como tampoco puede retirar la oferta que haya realizado por un determinado bloque. De esta forma, se garantiza que el *standing high bid* siga una senda ascendente, y que la subasta pueda terminar satisfactoriamente.

Con el fin de que a los postores les sea más fácil conseguir bloques de espectro adyacentes, en algunos países (por ejemplo, en Finlandia, Noruega y Suecia) se ha introducido una modificación a las reglas de la subasta SMRA para permitir que los postores puedan cambiar el bloque de espectro por el que se está haciendo una oferta. En tal caso, el postor podrá retirar la oferta que ha realizado en un determinado bloque (en donde el nuevo *standing high bid* corresponderá a la nueva oferta más alta) y proponer la misma oferta en el nuevo bloque de interés.

Las reglas establecidas en el caso de que se permita el *switching* entre bloques debe limitar en cierto punto la posibilidad de que los postores retiren sus ofertas. De otra forma, podrían darse comportamientos oportunistas, pues el postor podría buscar reducir los precios de los bloques subastados una y otra vez al retirar sus ofertas en forma sistemática.

SMRA con ofertas combinatorias

En una subasta SMRA estándar, los postores pujan por bloques de espectro individuales, aun cuando podrían estar interesados en adjudicarse segmentos de espectro compuestos por más de un bloque. Por ejemplo, podría darse el caso de una banda de espectro que sea subastada en bloques de 2x10 MHz, en el que haya un postor que esté interesado en

adquirir por lo menos un segmento de espectro de 2x20 MHz (es decir, dos bloques de 2x10). Dada la escala de inversión planeada, dicho postor no estaría interesado en adquirir sólo un bloque de espectro. En este ejemplo, podría ocurrir que el postor sólo consiga adjudicarse un bloque de 2x10 MHz, lo que no le permitiría operar, pues no cumpliría con lo requerido para efectuar sus operaciones.

Las subastas SMRA con ofertas combinatorias reducen los riesgos asociados a la subasta de los postores interesados en adjudicarse más de un bloque, como en el ejemplo mencionado. De esta forma, las subastas SMRA con ofertas combinatorias permiten a los postores hacer más de una oferta por ronda. Por ejemplo, si se subastan los bloques A, B y C, un postor podría realizar distintas pujas por los bloques A, B, C, y las combinaciones de bloques A+B y B+C.

Sin embargo, este tipo de subastas supone una evaluación de las ofertas realizadas bastante más compleja que en las subastas ya explicadas, pues deben considerarse todas las combinaciones posibles de bloques. Para calcular los *standing high bids*, el subastador deberá considerar, de todas las combinaciones posibles de ofertas realizadas, cuál es la combinación que permite obtener el mayor precio.

SMRA con bloques abstractos

La subasta con bloques abstractos facilita la adquisición de bloques adyacentes de espectro. Para esto, la subasta consta de dos fases. En la primera, se adjudican los bloques de espectro, que no tienen una ubicación definida dentro de la porción de espectro a ser subastada. Los postores saben en qué banda estará la o las bandas de espectro que se han adjudicado, pero no saben aún su ubicación exacta.

En la segunda fase, se determina la ubicación exacta de las bandas de espectro adjudicadas a cada postor. Para esto, es usual que se realice una nueva subasta.

Subasta Combinatoria de Reloj

La subasta combinatoria de reloj es similar a la subasta SMRA combinatoria o con bloques abstractos, aunque más simple en su ejecución. De esta forma, se evita la complejidad asociada tanto al diseño de la subasta como a las estrategias que deben utilizar los

postores. Esta subasta es útil para adjudicar bloques de espectro que tengan valores similares, de forma que puedan ser fácilmente sustituibles entre sí.

Para esto, se dividen los bloques a asignar en categorías. Por ejemplo, una categoría podría corresponder a bloques pareados de 2x5 MHz y otra categoría a bloques no pareados de 5 MHz.

La subasta se compone de dos fases. En la primera, se determina cuantos bloques de cada categoría se adjudicarán a cada uno de los postores. En cada ronda de esta fase, el subastador determina un precio para cada categoría, y pregunta a los postores cuántos bloques querrían adjudicarse al precio propuesto.

Los postores pueden hacer varias ofertas considerando combinaciones de bloques. Por ejemplo, dos bloques pareados y tres bloques no pareados. Utilizando un *software*, se determina todas las posibles combinaciones de espectro resultantes tras recibir las ofertas. Después de esto, se determina si es que la demanda para los precios en cuestión excede o no al espectro ofertado. En caso haya exceso de demanda, el subastador incrementa los precios del espectro e inicia una nueva ronda. La subasta termina cuando no hay exceso de demanda en ninguna de las categorías.

En la segunda fase, compuesta por sólo una ronda, se determina la ubicación de cada una de las bandas adjudicadas. Los postores envían sus ofertas por la ubicación de las bandas, pudiendo enviar más de una oferta. La ubicación final corresponderá a aquella que maximice el ingreso recibido, respetando la cantidad de bloques de espectro adjudicada en la primera ronda a cada postor.

8.3. Subastas de espectro realizadas en Europa y América, 2014-2018

Las subastas son uno de los principales métodos de asignación de espectro tanto en Europa como en América. De acuerdo con la clasificación hecha previamente, a continuación se detallarán las subastas realizadas en América y Europa en el período 2014-2018, según el tipo de subasta (de una ronda a sobre cerrado, de múltiples rondas ascendentes, de múltiples rondas simultáneas y combinatoria de reloj). Para mayor detalle, revisar el Anexo N° 03.

Europa

En Europa, se han adjudicado 2400 MHz por medio de la subasta SMRA entre los años 2014 y 2018, habiéndose recaudado un total de € 8 966 miles de millones, correspondientes a € 3,7 millones por MHz adjudicado. Le sigue en importancia, aunque muy de lejos, la subasta de reloj combinatorio. La oferta de una ronda a sobre cerrado solamente fue utilizada en dos ocasiones, en Hungría y España, con una recaudación conjunta de € 22,9 millones.

A continuación se describirá las principales subastas realizadas, en términos de ingresos generados, hasta la fecha.

a) Subasta de una ronda, oferta sellada

Se tiene conocimiento de dos casos de subastas realizadas bajo este tipo en España y Hungría. En España se utilizó este tipo de asignación para otorgar 40 MHz en las bandas de 2.5 GHz y 3.4-3.6 GHz en mayo de 2016. El monto obtenido por la subasta fue de aproximadamente €20M. Asimismo, Hungría uso una variación de éste formato, en Junio de 2016, para otorgar 80 MHz en la banda de 3.6-3.8 GHz por un monto aproximado de €2.9M

b) Subasta de Múltiples Rondas Simultáneas (SMRA)

Como se mencionó líneas arriba, éste es el método más utilizado y que más ingresos ha recaudado en Europa. Son ocho los casos registrados en países como Eslovaquia, Reino Unido, Finlandia, España, Italia, Suecia y República Checa. Además se sabe de una subasta a realizarse en Alemania en el primer trimestre de 2019, donde se espera adjudicar espectro en las bandas de 2 GHz y 3.4-3.7 GHz. A continuación, mencionaremos los casos más relevantes.

En Italia, en octubre de 2018, se utilizó este diseño de subasta para asignar un total de 1,260 MHz en las bandas de 700 MHz, 3.4-3.8 GHz y 26 GHz. El monto recaudado en la subasta fue de aproximadamente €6.55 BM.

En Reino Unido, en abril de 2018 se utilizó este formato de subasta para asignar un total de 190 MHz en las bandas de 2.3-2.4 GHz y 3.4-3.6 GHz, por un monto aproximado de €1.55BM.

De igual forma, en julio de 2018, en España se subastaron 200 MHz en las bandas de 3.6-3.8 GHz. El monto recaudado por ésta operación alcanzó los €438M.

c) Subasta de Reloj Combinatorio (CCA)

En Irlanda, bajo este diseño de subastas, 350 MHz de la banda de 3,4-3,8 GHz fueron otorgados por un monto aproximado de € 78,2 millones. Cabe resaltar que Irlanda es el único caso de adjudicación de espectro bajo el método de CCA, registrado hasta la fecha, hasta obtenerse los resultados de la subasta en la banda de 3,4 – 3,8 GHz realizada en Austria.

América

En América, al igual que en Europa, bajo el método de asignación SMRA se han realizado las adjudicaciones de espectro más importantes, en términos de ingresos generados. Con seis subastas concluidas se recaudaron cerca de US\$ 45,2 miles de millones y se adjudicaron 1984 MHz. Seguidamente, bajo la subasta de reloj combinatorio, se realizaron tres procesos de adjudicación, registrando un monto aproximado de US\$8,0 miles de millones por 150 MHz otorgados.

Por otro lado, las subastas de una ronda de sobre sellado y de Múltiples Rondas Ascendentes recaudaron US\$ 5,4 miles de millones y US\$ 2,4 miles de millones, respectivamente. Mediante la primera se adjudicaron 540 MHz, producto de seis procesos concluidos, y bajo la segunda 150 MHz por dos subastas realizadas.

a) Subasta de una ronda, oferta sellada

En Canadá se han realizado varias subastas de este tipo. La más importante de ellas tuvo lugar en marzo de 2015, donde se recaudó cerca de US\$ 2,1 miles de millones por la asignación de 50 MHz repartidos en las bandas de 1755 - 1780 MHz y 2155 - 2180 MHz. Asimismo, en la última subasta realizada en mayo de 2018, se asignaron 140 MHz en las bandas de 2300 MHz y PCS-G y se recaudó US\$ 43,4 millones.

Otra de las asignaciones más importantes se dio en México, en agosto de 2018. En esta oportunidad se asignaron 120 MHz de la banda de 2,5 GHz. El monto recaudado por esta operación bordeó los US\$ 2,1 miles de millones.

Asimismo, en Perú, en mayo de 2016, se subastaron 90 MHz de la banda de 700 MHz, recaudándose un monto aproximado de US\$ 911 millones.

b) Subasta de Múltiples Rondas Ascendentes

En Brasil, en agosto de 2014, 80 MHz de la banda de 700 MHz fueron asignados por un total de US\$2,3 miles de millones. Por su parte, en Paraguay, 70 MHz de la banda de 700 MHz fueron adjudicados por un aproximado de US\$ 84,5 millones en enero de 2018.

c) Subasta de Múltiples Rondas Simultáneas (SMRA)

La subasta más importante realizada hasta la fecha se llevó a cabo en enero de 2015. FCC, el regulador estadounidense, recaudó un aproximado de US\$ 41,3 miles de millones por el otorgamiento de 65 MHz en las bandas de 1755 - 1780 MHz y 2155 - 2180 MHz.

Por otro lado, en octubre de 2014, en Argentina se asignaron 210 MHz repartidos en las bandas de 700 MHz, 800 MHz, 1900 MHz y 1700 - 2100 MHz. El monto recaudado por ésta operación alcanzó los US\$ 2,2 miles de millones.

Sobre este tipo de subasta, es prudente mencionar los planes que tiene Estados Unidos de otorgar 850 MHz y 700 MHz en las bandas de 27 - 28 GHz y 24 - 25GHz, respectivamente.

d) Subasta de Reloj Combinatorio (CCA)

En enero de 2014, cerca de US\$ 5,2 miles de millones fueron recaudados producto de una subasta de espectro en la banda de 700 MHz, realizada en Canadá.

En México, en enero de 2016, 80 MHz repartidos en las bandas de 1900 - 2100 MHz y 1700 - 2100 MHz fueron asignados por un monto aproximado de US\$ 2,7 miles de millones.

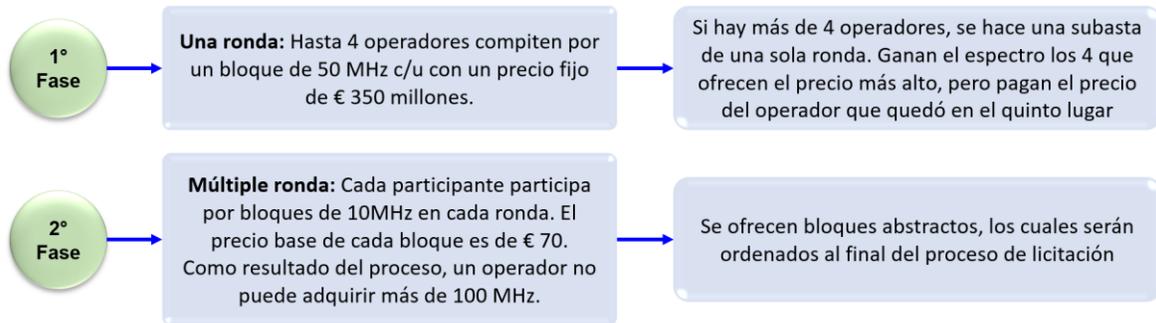
Más recientemente, en julio de 2017, el regulador costarricense recaudó cerca de US\$ 43 millones, producto de la subasta de 70 MHz de espectro en las bandas de 1800 MHz y 1900 - 2100 MHz.

8.4. Proceso de licitación de espectro en Francia (2019)

El Regulador francés ARCEP ha publicado recientemente las condiciones para la licitación de 310 MHz de espectro en el rango de 3,490-3,880 MHz⁶⁴. Se resaltan las reglas de este proceso dado que puede ser tomado como referencia para el eventual proceso de licitación que se realizaría en el Perú, luego del reordenamiento de la banda de 3.5 GHz.

La licitación se realizará en dos fases. En la primera se licitarán bloques de 50MHz, y en la segunda se realizarán múltiples rondas para licitar bloques de 10 MHz.

Figura N° 38.- Proceso de licitación de espectro en Francia



Los operadores pueden participar en ambas fases o solo en una. Cobertura **nacional**. La licencia es por **15 años**.

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio – GPRC - OSIPTEL.

Algunas de las obligaciones resultantes son:

- Operación comercial: A fines del 2020 debe atender al menos el 50% del territorio de dos áreas de más de 150,000 habitantes, con:
 - Velocidad teórica de 100Mbps por usuario por cada bloque de 10MHz.
 - Latencia de 5ms.
- Uso del espectro asignado en:
 - 3,000 sitios a fines del 2022.
 - 8,000 sitios a fines del 2024.
 - 10,500 sitios a fines del 2025.
- Cobertura de servicio 5G en:
 - Autopistas: 16,642 km al 2025.
 - Carreteras principales: 54,913km al 2027.

⁶⁴ Para mayor información:

<https://www.cullen-international.com/product/documents/FLSPFR20190001>

- Cobertura de servicio en zonas rurales: 240 Mbps de capacidad de backhaul por site.
 - 75% de sitios a fines del 2022.
 - 100% de sitios a fines del 2030.

8.5. Proceso de licitación de espectro en Alemania (2019)

En junio de 2019, en Alemania se desarrolló un proceso de licitación de las bandas de 2GHz y 34-3.7 GHz. Este proceso duró casi 3 meses y requirió que se realicen 497 rondas, adjudicando 420 MHz y recaudando un total de €6.55 billones⁶⁵.

Tabla N° 20.- Resultados del proceso de licitación de espectro en Alemania

Operador	Banda de 2 GHz	Banda de 3.4–3.7 GHz	Precio pagado
Telekom Deutschland	2x20 MHz a partir del 2021 € 851,520,000	90 MHz € 1,323,423,000	€ 2,174,943,000
Vodafone	2x15 MHz a partir del 2021 2x5 MHz a partir del 2026 € 637,705,000	90 MHz (incluye un bloque con interferencias) € 1,073,188,000	€ 1,879,832,000
Telefónica Germany	2x5 MHz a partir del 2021 2x5 MHz a partir del 2026 € 381,104,000	70 MHz € 1,043,728,000	€ 1,424,832,000
Drillisch	2x10 MHz a partir del 2026 € 334,997,000	50 MHz € 735,190,000	€1,070,187,00

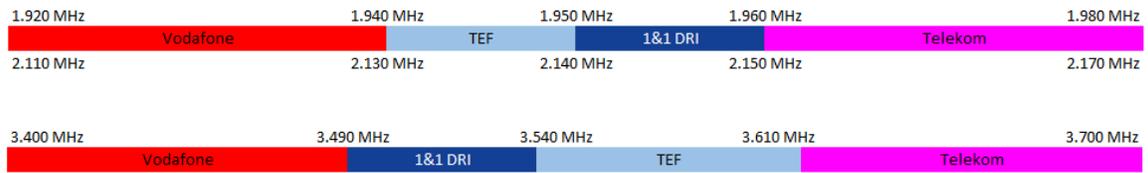
Fuente: Cullen International. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio – GPRC - OSIPTEL.

Según Cullen International, considerando la población de Alemania (83 millones de habitantes) se tiene un precio de €0.1879/MHz/Pob.

⁶⁵ Para mayor información:

https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/ElectronicCommunicationServices_node.html

Figura N° 39.- Espectro resultante - Alemania



Fuente: Adaptado de <https://www.bundesnetzagentur.de/>

Cabe indicar que Francia tomó como referencia este proceso de licitación, y modificó algunas de las reglas de la fase 2 para evitar que se tome un tiempo de 3 meses para tener el resultado final.

9. MODELOS DE GESTIÓN DEL ESPECTRO

El progreso tecnológico ha dado paso a una gran variedad de nuevas aplicaciones del espectro, que han suscitado mayor interés y demanda por este recurso limitado. Este aumento de la demanda exige una utilización más eficiente del espectro y la aplicación de procesos de gestión más eficaces.

Las actividades de gestión del espectro son llevadas a cabo por un organismo gubernamental o una combinación de organismos gubernamentales. La designación del organismo que asuma esta tarea es algo que depende de la estructura propia del gobierno nacional y varía de un país a otro. Aunque tal vez no haya dos administraciones que gestionen el espectro exactamente de la misma forma, comparten responsabilidades funcionales básicas, tales como llevar a cabo la política de gestión del espectro, asignar frecuencias y licencias, realizar un control del espectro, entre otras.

Por lo general, el espectro puede ser gestionado directamente por alguna agencia que dependa directamente del Poder Ejecutivo o por el Regulador. En la Tabla N° 19, se presentan los principales modelos de gestión del espectro electromagnético observados en América Latina, América del Norte y Europa. En el Anexo N° 04 se presenta un resumen general.

Tabla N° 21.- Modelos de gestión de espectro en América y Europa

Región	País	Atribución de Espectro	Asignación de Espectro
América Latina	Colombia, Chile, Ecuador, Venezuela, Perú	Ministerio	Ministerio
	Argentina, Brasil, México, Costa Rica, Rep. Dominicana, Paraguay, Uruguay, Bolivia	Regulador	Regulador
América del Norte	Estados Unidos	Regulador	Regulador
	Canadá	Ministerio	Ministerio
Europa	Holanda, Dinamarca, España, Italia	Ministerio	Ministerio
	Hungría, Portugal, Rumanía, Suecia	Regulador	Regulador
	Bélgica, Rep. Checa, Alemania, Polonia, Suiza, Eslovaquia, Eslovenia, Reino Unido	Ministerio	Regulador
	Austria, Finlandia, Francia	Ministerio	Ministerio y Regulador
	Irlanda	Ministerio y Regulador	Ministerio y Regulador

Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

Luego, se clasifican las formas de administración de espectro en tres: en el primer grupo, se incluirán los casos en que el ministerio del sector telecomunicaciones es el único encargado. En el segundo grupo, se consideran aquellos casos en que el espectro es gestionado únicamente por los reguladores, y finalmente, en el tercer grupo se incluyen aquellos gobiernos en los que hay una gestión compartida tanto por el regulador como por el ministerio.

9.1. Espectro gestionado por Ministerios o Departamentos del sector Comunicaciones o Digital

En Europa, Holanda, Dinamarca, España e Italia, son países donde las funciones de atribución y asignación recaen en sus ministerios. En Latinoamérica sucede lo mismo con Colombia, Chile, Ecuador, Venezuela y Perú; y en Norteamérica en Canadá.

En Colombia, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) se encarga de atribuir, asignar y realizar actividades de planeación y administración del espectro, en conjunta coordinación con la Agencia Nacional del Espectro (ANE). Las funciones de éste ente regulador se limitan a realizar la gestión técnica y asesorar al Ministerio en el diseño de políticas, planes y programas relacionados con el espectro, así como ejercer vigilancia y control del mismo.

En Chile, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), organismo dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones se encarga de administrar el espectro. Dicha administración incluye actividades de planeamiento de uso, atribución del espectro, asignación a los destinos licenciatarios, junto con las condiciones de licencias, así como el control de uso, el control de las interferencias, entre otras.

En Ecuador, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), está adscrita al Ministerio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y es la entidad encargada de la administración, regulación, control y gestión del espectro radioeléctrico. Sus facultades comprenden actividades de planificación y coordinación, la atribución del cuadro de frecuencias, la asignación y verificación de frecuencias, el otorgamiento de autorizaciones para su utilización, entre otras.

En Venezuela, corresponde a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, entidad adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Comunicación e Información, la administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, de conformidad con lo establecido en su Ley de Telecomunicaciones. La administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, incluyen, entre otras facultades, la planificación y determinación del cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencia; así como la asignación, cambios y verificación de frecuencias, el establecimiento de normas técnicas para el uso de espectro y la detección de irregularidades.

En el Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) es la autoridad estatal que tiene competencia exclusiva sobre la política, administración, atribución, asignación y control (monitoreo) del espectro de radiofrecuencias. Asimismo, se encarga de decidir sobre los mecanismos de otorgamiento de concesiones y la elaboración y aprobación del Plan Nacional de Frecuencias (PNAF). Por otra parte, el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL), en su calidad de regulador, emite opinión, aunque no vinculante, en temas de transferencias de espectro, solo cuando el MTC lo solicite; y en lo relacionado a licitaciones de espectro radioeléctrico, emite opinión vinculante sólo en materias de acceso a instalaciones esenciales, cuestiones tarifarias y supervisión de la calidad.

9.2. Espectro gestionado por Reguladores

Las agencias reguladoras juegan un papel preponderante en la gestión de espectro radioeléctrico. Como en los casos siguientes, algunas veces son los únicos órganos competentes en la asignación de espectro.

En Europa, tanto la atribución como la asignación del espectro radioeléctrico son realizadas por completo por los reguladores en Hungría, Portugal, Rumania y Suecia, mientras que sucede lo propio en Latinoamérica en Argentina, Brasil, México, Costa Rica, República Dominicana, Paraguay, Uruguay y Bolivia. En Norteamérica, este es el caso de Estados Unidos.

En Argentina, el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) es la autoridad regulatoria en materia de atribución de bandas de frecuencia. Es quien toma las decisiones con respecto al uso del espectro a través del dictado de resoluciones y elaboración de un marco

normativo. Se encarga también de llevar a cabo procesos de licitación, otorgar licencias y elaborar y actualizar el Plan de Asignación de Espectro. En ese contexto, el Ministerio de Comunicaciones se limita a asistir y aconsejar al regulador en temas relacionados a la gestión del espectro.

En Brasil, la Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) regula y administra el espectro de radiofrecuencias, expidiendo las respectivas normas. Asimismo se encarga de la planificación de las bandas de frecuencia, el otorgamiento de autorizaciones de uso temporal, el establecimiento de normas de uso del espectro, la definición y asignación de los rangos de espectro, la aprobación del Plan de Asignación del Espectro, y en general, de implementar, dentro de su mandato, la política nacional de telecomunicaciones. El Ministerio de Comunicaciones, por su parte, se limita a elaborar las directrices en los modelos de concesión y controlar el uso de espectro.

En México, el Instituto Federal de Comunicaciones (IFT) tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico. Esto le confiere facultades en la atribución de frecuencias, otorgamiento y revocación de licencias y supervisión del uso de frecuencias, conforme a los títulos habilitantes y las condiciones técnicas y regulatorias. También se encarga de elaborar el Plan Nacional del Espectro.

La Superintendencia en Telecomunicaciones (SUTEL) es en Costa Rica, el regulador y autoridad competente encargada de administrar el espectro radioeléctrico y velar por su uso eficiente. Posee facultades para la asignación de licencias, pero el control de estas es realizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, quien también puede oponerse a la asignación de licencias por razones de interés público.

El Instituto Dominicano de Telecomunicaciones (INDOTEL), como órgano regulador, tiene la facultad de gestionar, administrar y controlar el uso del espectro radioeléctrico, incluyendo las facultades de atribuir a determinados usos bandas específicas, asignar frecuencias a usuarios determinados. Asimismo, se encarga de elaborar, modificar y actualizar el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.

En Paraguay, la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), está encargada de administrar el espectro, así como regular y fiscalizar su uso. Además, aprueba el Plan de Asignación de Frecuencias y fija los derechos y tasas para el uso del espectro.

En Uruguay, la Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC), está encargada de administrar y controlar el espectro, así como preparar los términos de referencia y condiciones para la asignación de espectro. Cabe señalar que, el otorgamiento de licencias es una facultad sólo del Ministerio de Industria, Energía y Minería, a través de la Dirección Nacional de Telecomunicaciones (Dinatel).

En Bolivia, la Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes (ATT) es responsable de la administración, asignación, autorización, control, fiscalización y supervisión del uso de frecuencias electromagnéticas.

9.3. Espectro gestionado por Ministerios y Reguladores

La gestión del espectro también se puede realizar en coordinación con el ministerio del sector y el regulador, algo que resulta en un modelo mixto de gestión. De esta forma, ambas autoridades se reparten competencias específicas, relacionadas con la atribución y asignación, tal como sucede en los casos siguientes. Este es el caso de doce países en Europa: Austria, Bélgica, República Checa, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Polonia, Suiza, Eslovaquia, Eslovenia y Reino Unido. Mayormente, los ministerios son los encargados de planificar la atribución de las bandas de espectro, mientras que los reguladores son los responsables de su asignación a las empresas operadoras.

La asignación no eficiente de espectro puede afectar la estructura competitiva del mercado móvil y propiciar el desarrollo de ciertas prácticas anticompetitivas. En ese sentido, el OSIPTEL, como autoridad de competencia debería tener un papel vinculante en materia de gestión del espectro. Cabe indicar que la importancia de la participación del regulador en las tareas de gestión del espectro ha sido recogida por diversos países de la región y de Europa.

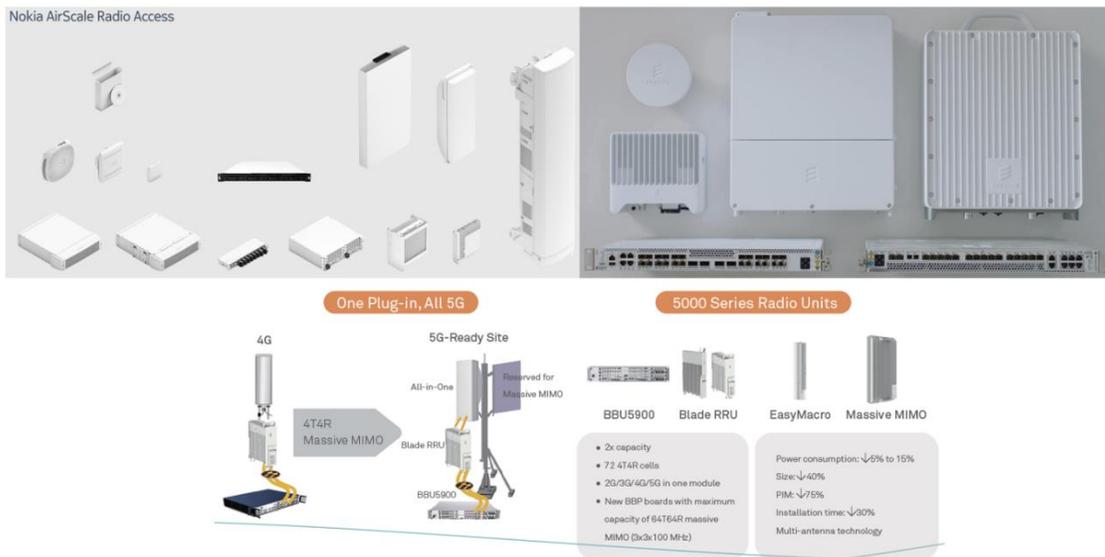
10. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y NUEVOS MODELOS DE NEGOCIOS

Para la prestación de un servicio, se requiere de equipamiento de telecomunicaciones, tanto en la parte del operador como en la parte del cliente. En los últimos años, las principales empresas fabricantes de equipos como Huawei, Nokia, Ericsson, ZTE, entre otros, han realizado importantes innovaciones que permiten que en un único dispositivo, cada vez más pequeño, se tenga implementado la potencialidad de acceder a redes 2G, 3G, 4G y eventualmente 5G.

10.1. Equipamiento de red para el despliegue del 5G

Producto de la innovación tecnológica de las redes móviles (2G, 3G, 4G y 5G), los fabricantes de equipos de telecomunicaciones están realizando importantes innovaciones que coadyuvarían a realizar un despliegue rápido, ordenado y eficiente de redes móviles.

Figura N° 40.- Soluciones Single RAN de Nokia, Ericsson y Huawei



Fuente: Nokia, Ericsson y Huawei.

Así, se tiene que los principales fabricantes de equipamiento de redes móviles, como Huawei⁶⁶, Nokia⁶⁷ y Ericsson⁶⁸, tienen soluciones Single RAN (Radio Access Network), lo

⁶⁶ Huawei: https://www.huawei.com/minisite/hwmbbf17/assert_25/files/Target_Network_in_5G_Era.pdf

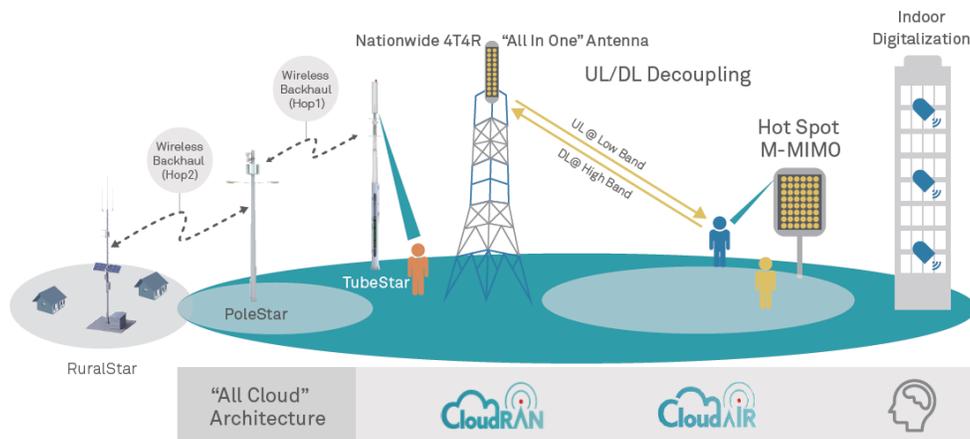
⁶⁷ Nokia: <https://networks.nokia.com/products/airscale-radio-access>

⁶⁸ Ericsson: <https://www.ericsson.com/en/networks/offerings/5g>

cual implica que usando un único equipo, pueden ofrecer servicios 2G, 3G, 4G y 5G (All RAT: Acceso a todas las tecnologías de Radio).

La masificación de las tecnologías Single RAN, permitirá que los operadores migren de forma sencilla a redes 5G, causando el mínimo impacto visual en el despliegue de antenas. No obstante, para realizar el despliegue de redes 5G, los operadores requieren contar con espectro en Bandas 5G NR (New Radio), tanto en Bandas Milimétricas y en bandas por debajo de 6 GHz (también conocidas como Sub-6GHz).

Figura N° 41.- Solución 5G de Huawei



Fuente: Huawei.

10.2. Terminales móviles 5G

Por el lado de los terminales móviles, se tiene que los principales fabricantes de microprocesadores (chipset), tales como Qualcomm, Samsung, Huawei e Intel, han lanzado los primeros chipsets que tienen la funcionalidad de acceder a las redes 5G. Dichos Chipset ya soportan la tecnología 5G NR.

- **Qualcomm:** Snapdragon 855+ (evolución del modelo 855), de la mano con el Módem X50⁶⁹. Puede agregar hasta 8 portadoras de 100 MHz en mmWave y hasta 100 MHz en Sub-6GHz. La siguiente versión de este chipset será el Snapdragon 865 y se lanzará en el 2020.

⁶⁹ Para mayor información: <https://www.qualcomm.com/products/snapdragon-855-plus-mobile-platform>

- **Samsung:** Exynos 990 de la mano con el módem 5123⁷⁰. Puede llegar hasta 5.1 Gbps en bandas Sub-6GHz y hasta 7.35 Gbps en bandas mmWave. En 4G soporta modulación de hasta 1024-QAM.
- **Huawei:** Kirin 990 (que corresponde a la evolución del modelo 980) de la mano con el módem Balong 5000⁷¹.
- **Intel:** Módem XMM 8160 5G⁷²: Soporte de 5G NR.

Figura N° 42.- Procesadores usados en terminales 5G⁷³



Fuente: Qualcomm, Samsung, Huawei e Intel

Por ejemplo, el procesador Qualcomm Snapdragon 855+ ya está disponible en terminales como ASUS ROG Phone 2, Xiaomi Black Shark 2 Pro, Nubia Z20, entre otros. Por su parte, el procesador Snapdragon 855 está disponible en terminales como Samsung Galaxy S10 5G⁷⁴, LG V50 ThinQ 5G⁷⁵, entre otros.

10.3. Solución Móvil con *backhaul* Satelital para zonas remotas o en emergencia

Existen operadores satelitales (por ejemplo, INTELSAT) que cuentan con una solución integral para ofrecer cobertura móvil 2G, 3G y 4G en zonas remotas, o en cualquier otra zona en casos de emergencia nacional (desastres). Al respecto, el operador satelital ofrece toda la solución, desde el despliegue de las Estaciones Base Celular (EBC) hasta el despliegue del núcleo de la Red (Core Móvil).

⁷⁰ Para mayor información: <https://news.samsung.com/global/new-premium-mobile-processor-and-5g-modem-unveiled-at-samsung-tech-day>

⁷¹ Para mayor información: <https://consumer.huawei.com/en/campaign/kirin-990-series/>

⁷² Para mayor información: <https://newsroom.intel.com/news/intel-accelerates-timing-intel-xmm-8160-5g-multimode-modem-support-broad-global-5g-rollouts/>

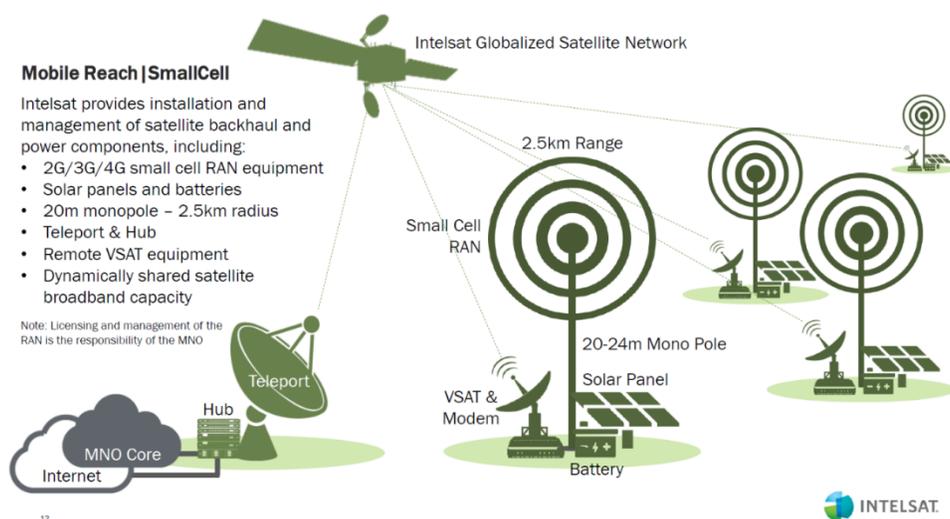
⁷³ Para un análisis más detallado, revisar: <https://gsacom.com/paper/5g-modems-chipsets-status-update-2/>

⁷⁴ Para mayor información: <https://www.samsung.com/us/mobile/galaxy-s10/5g/>

⁷⁵ Para mayor información: <https://www.lg.com/us/mobile-phones/v50-thing-5g>

Si bien se observa que esta solución es novedosa y ayudaría a que poblaciones alejadas cuenten con cobertura móvil, se aprecia que hay algunos temas regulatorios que aún no se encuentran definidos en el marco legal peruano, siendo el principal, el uso del Espectro Radioeléctrico.

Figura N° 43.- Solución 2G, 3G y 4G de INTELSAT



Fuente: “Satellite Applications”. Intelsat - USTTI, 2018.

De acuerdo al marco legal peruano, el espectro radioeléctrico para servicios móviles solo puede ser usado por el operador al cual se le asignó dicho espectro (por lo general por medio de un contrato de concesión), y no por cualquier otra persona natural o jurídica. De esta manera, bajo el marco legal vigente, este servicio no podría ser ofrecido en el Perú, toda vez que se requiere que el operador que presta el servicio final cuente con concesión y con asignación de espectro radioeléctrico.

En ese sentido, de ser necesario el MTC podría evaluar la pertinencia de la introducción de este tipo de modelo de negocios.

10.4. LTE en Bandas No Licenciadas

De acuerdo a GSA, la tecnología LTE en Bandas no Licenciadas presenta diversas variantes, tales como LTE-U (LTE-Unlicensed), LAA (Licensed-Assisted Access), LWA (Licensed-Assisted Access) y CBRS (Citizens Broadband Radio Service)⁷⁶. Por su parte,

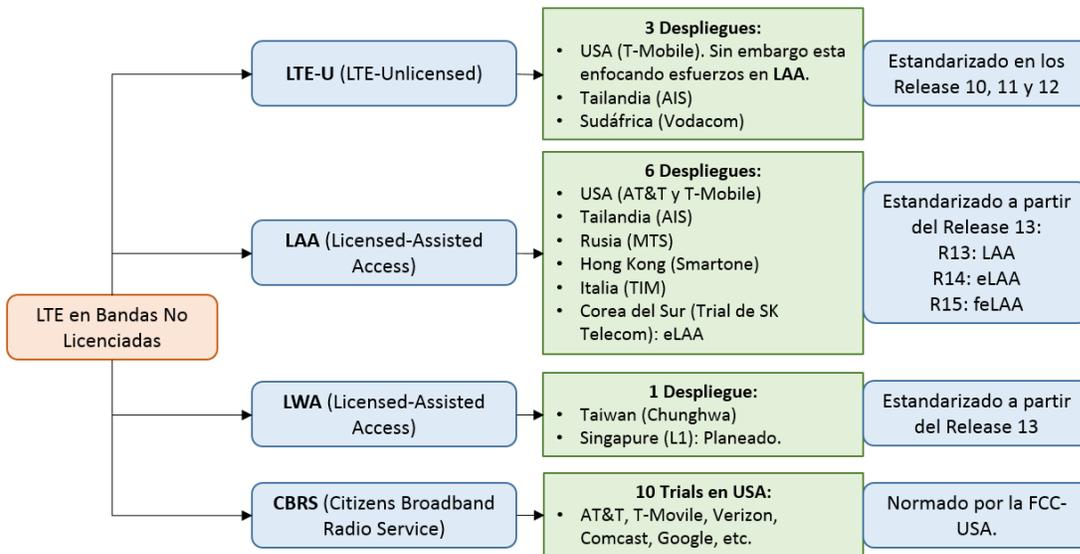
⁷⁶ Para mayor información: <https://gsacom.com/paper/lte-unlicensed-spectrum-november-2018/>

Qualcomm precisa dos modalidades adicionales: MulteFire y LSA (Licensed Shared Access)⁷⁷, de las cuales el primero existe solo en concepto (aún no hay despliegues comerciales) y el segundo solo tiene un trial en Francia.

LTE-U, LAA y LWA permiten el uso de la Banda de Wi-Fi de 5GHz, en específico al rango de frecuencias de 5,150 - 5,925 MHz, que corresponde a la Banda 46 del Grupo 3GPP. Mientras que LTE-U se encuentra definido en los Releases 10, 11 y 12, LAA y LWA se encuentran definidos a partir del Release 13. En relación a LAA, se tiene las versiones LAA, eLAA (Enhanced LAA) y feLAA (Further Enhanced LAA), estandarizados en los Releases 13, 14 y 15 respectivamente.

Por otro lado se encuentra el CBRS que no necesariamente corresponde a hacer uso de espectro de Bandas no Licenciadas, sino más bien a usar bandas licenciadas en zonas en las que el operador no usa dicha banda licenciada (esquema de micro licenciamiento). Esta modalidad ya ha sido implementada por la FCC en Estados Unidos, en 150 MHz de la Banda de 3.5 GHz.

Figura N° 44.- LTE en Bandas no Licenciadas



Elaboración: GPRC-OSIPTEL en base a información de GSA y Qualcomm.

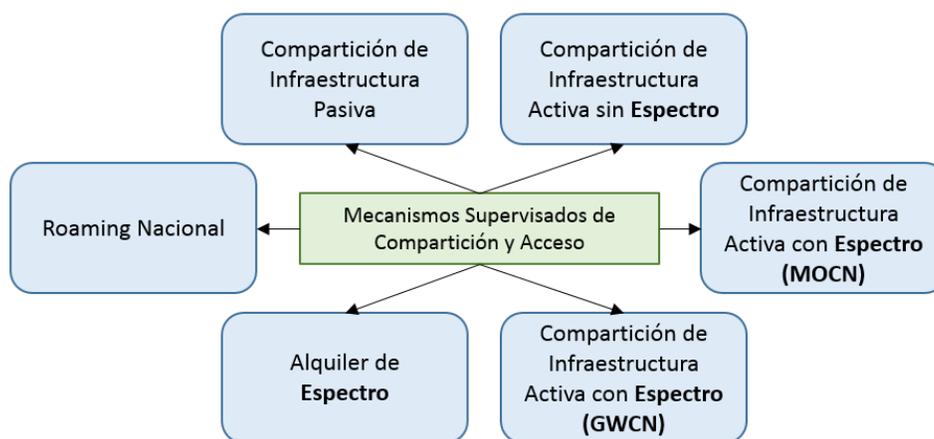
⁷⁷ Para mayor información: <https://www.qualcomm.com/documents/5g-spectrum-sharing>

En ese sentido, el uso de bandas no licenciadas para aplicaciones LTE podría ser evaluado por el MTC, junto con la posibilidad de que algunos operadores puedan usar el espectro en zonas en las que actualmente el operador que tiene la asignación, no cuenta con cobertura. Esto último podría sentar las bases para desplegar tecnologías móviles usando las modalidades LSA y CBRS.

10.5. Propuesta de Mecanismos Supervisados de Compartición y Acceso en el Mercado móvil

Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 256-2018-CD/OSIPTEL⁷⁸, publicada el día 03 de diciembre de 2018 en el diario oficial el Peruano, se aprobó la Consulta Pública del Documento de Política Regulatoria: "Mecanismos Supervisados de Compartición y Acceso en el Mercado de Servicios Móviles". Al respecto, la propuesta se encuentra contenida en el Informe N° 242-GPRC/2018.

Figura N° 45.- Propuesta de Mecanismos Supervisados



Fuente: Resolución de Consejo Directivo N° 256-2018-CD/OSIPTEL.

Una de las motivaciones de la propuesta radica en que pese a la existencia de cobertura móvil en un número importante de Centros Poblados (CCPP), se observa que existe un número importante de CCPP que solo cuentan con la presencia de uno o dos operadores móviles (OMR). En ese sentido la implementación de un mecanismo supervisado de compartición y acceso, permitiría que los usuarios disfruten de las ventajas que ofrece el

⁷⁸ Disponible en: <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/res256-2018-cd-osiptel>

efectiva y justa entre los prestadores de servicios portadores, finales, de difusión y de valor añadido, fijar tarifas, establecer mandatos, establecer y supervisar los aspectos referidos a compartición de infraestructura y demás relaciones mayoristas que se dan entre las empresas e inclusive solucionar las controversias que surjan entre las referidas relaciones.

En virtud de haber ejercido dichas prerrogativas otorgadas al OSIPTEL por el marco legal vigente, el OSIPTEL por años ha tenido competencia para normar y regular las relaciones entre empresas del sector, además de tener la experiencia y capacidad técnica necesaria para dictar mandatos en este campo. Por ello, se considera que los aspectos relacionados al uso compartido (tanto pasivo como activo), en lo que se refiere a contratos, mandatos, controversias, etc., deben ser realizados por el organismo regulador.

11. RECOMENDACIONES EN MATERIA DE GESTIÓN DEL ESPECTRO PARA PROMOVER SU USO EN NUEVAS TECNOLOGÍAS E INCREMENTAR LA COBERTURA

Considerando todos los aspectos vistos en las secciones precedentes se requiere que se continúen implementando políticas en materia de gestión del espectro para promover el uso de tecnologías que presentan mayor eficiencia espectral. Asimismo se requiere de políticas que permitan masificar la cobertura de los servicios inalámbricos en zonas no atendidas.

En ese sentido, a continuación se presenta un listado de recomendaciones de políticas que podrían evaluarse y eventualmente adoptarse, con el fin de lograr los objetivos previamente mencionados:

11.1. Ordenamiento y canalización de la banda de 800 MHz

Tal como se señala en el Anexo N° 02, la banda de 800 MHz comprende los rangos de frecuencia de 806-821 MHz a 851-866 MHz y 821-824 MHz a 866-869 MHz, sumando un total de 18+18 MHz en configuración FDD.

El PNAF señala que dicha banda encuentra atribuida para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones. Por su parte, el Registro Nacional de Frecuencias indica que Entel cuenta con asignación en la citada banda.

Figura N° 47.- Ordenamiento de la banda de 800 MHz



Elaboración: GPRC-OSIPTEL

Históricamente dicha porción de espectro ha sido canalizada y utilizada para la prestación del servicio troncalizado, por medio de la tecnología iDEN. Sin embargo, a setiembre de 2019, Entel solo tenía 198 líneas con tecnología iDEN, mientras que al cierre del 2017 reportó un total de 42,649 líneas. Dichas cifras evidencian que el servicio troncalizado, a la fecha prácticamente ya no es usado por Entel Perú, pese a que cuenta con 18+18 MHz asignados.

En ese sentido, urge que se realice un reordenamiento de la banda de 800 MHz que permita que esta banda se armonice con las bandas 3GPP, en específico con la banda 27 (807-824 MHz a 852-869MHz) u otra que se determine producto de un estudio específico.

Asimismo también se debería evaluar si esta banda, o una porción de la misma, será usada para efectos de seguridad pública⁸⁰.

11.2. Reordenamiento de la banda de 850 MHz y 1900 MHz

En función a la tecnología, se requiere un determinado ancho de banda mínimo de operación, de acuerdo al siguiente detalle:

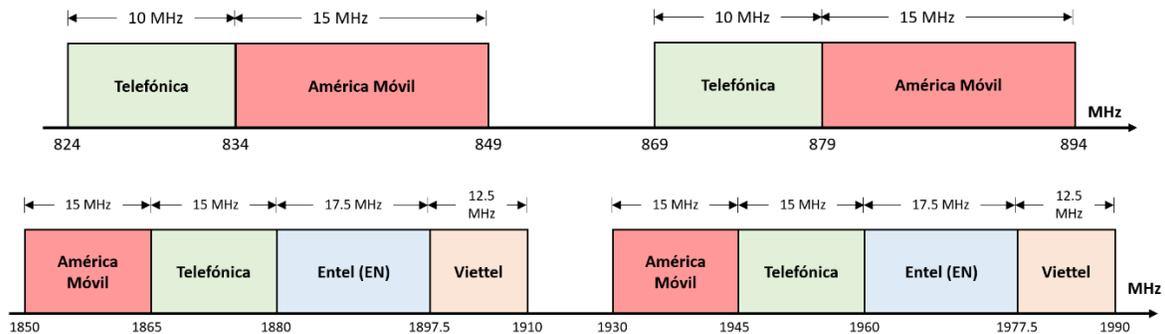
- **Tecnologías 3G** (interfaz WCDMA): Teóricamente requieren como mínimo 5+5 MHz de espectro, sin embargo en la práctica usando equipamiento adecuado, los operadores pueden hacer despliegues usando 3.8 MHz o 4.2 MHz.
- **Tecnologías 4G/5G** (interfaz OFDMA): Requieren como mínimo 5+5 MHz. Se pueden realizar configuraciones de 10+10 MHz, 15+15 MHz y 20+20 MHz (o más en caso de 5G o agregación de portadoras).

En ese sentido, dado el estado actual de las bandas de 850 y 1900 MHz (ver Anexo N° 02), su configuración no permite hacer un aprovechamiento óptimo del espectro. Así, se requiere que se evalúe una recanalización de ambas bandas de tal forma que se evite tener canales de menos de 5 MHz que no resultan útiles para el despliegue de tecnologías de mayor eficiencia espectral. Asimismo se requiere que se evalúe bajo qué condiciones se podría ordenar los anchos de banda asignados a cada operador, de tal forma que se eviten asignaciones de menos de 5 MHz. Al respecto, tal como lo establece el Artículo N° 217 del TUO del Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones, las asignaciones de frecuencias se pueden modificar en el supuesto de utilización de nuevas tecnologías.

En las Figuras 44 y 45 se presentan dos posibles esquemas de migración. No obstante, para el esquema final se debe hacer un estudio específico que considere la posición de los operadores involucrados.

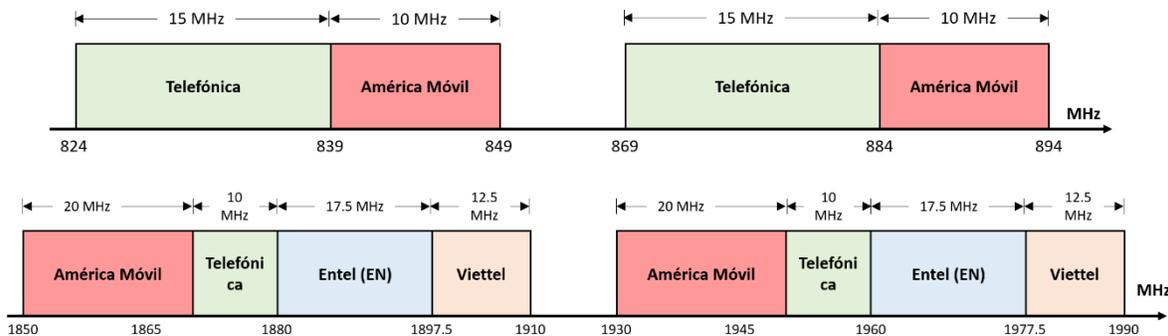
⁸⁰ Para mayor información: <https://www.fcc.gov/public-safety/public-safety-and-homeland-security/policy-and-licensing-division/public-safety-spectrum>

Figura N° 48.- Posible ordenamiento de las bandas de 850 y 1900 MHz (Opción 1)



Elaboración: GPRC-OSIPTTEL

Figura N° 49.- Posible ordenamiento de las bandas de 850 y 1900 MHz (Opción 2)



Elaboración: GPRC-OSIPTTEL

11.3. Evaluación del uso de bandas de espectro que estarían siendo subutilizadas

Tal como se vio en la sección 4, no todas las bandas que se encuentran atribuidas para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones se están usando de forma masiva en la prestación de servicios móviles. Entre estas bandas se tiene a la Banda de 450 MHz (452.5-457.5 MHz y 462.5-467.5 MHz) y la Banda de 900 MHz (894-899 MHz y 939-944 MHz en Lima y Callao, 894-902 MHz y 939 - 947 MHz en el resto del país).

En ese sentido, con el fin de evitar la subutilización de este recurso, se debe evaluar el uso que actualmente se le está dando, en el marco de la norma de Uso Eficiente emitida recientemente, e identificando como mínimo los siguientes aspectos:

- Número de Estaciones Base que usan la banda de 450 y 900 MHz.
- Número de provincias que cuentan con Estaciones base en dichas bandas.
- Número de usuarios que son atendidos con dichas bandas de frecuencia.

11.4. Bandas Milimétricas

De acuerdo a lo visto en la sección 5, se sugiere que se adopten las siguientes acciones para las bandas milimétricas:

- Precisar que las bandas milimétricas, identificadas por la UIT en el WRC-19, se declaren en reserva y/o se atribuyan para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones usando sistemas de acceso inalámbrico.
- Elaborar un informe para analizar el estado de ocupación de todas las bandas milimétricas y como se adoptaría las nuevas especificaciones de la UIT y del Grupo 3GPP.
- Canalizar las bandas milimétricas acorde al escenario internacional.
- Realizar un reordenamiento de las bandas milimétricas.

De todas las acciones citadas, en el corto plazo se debe realizar un informe que determine la ruta a seguir con las bandas milimétricas, de tal forma que estas bandas coadyuven a la implementación de las redes 5G en el Perú.

11.5. Evaluar la mejor ruta para la licitación de nuevas bandas de espectro

Se requiere que en el corto plazo se evalúe la ruta a seguir para que se licite de forma ordenada las diversas porciones de espectro que se encuentran libres y que ya cuentan con ecosistema para el despliegue de redes móviles. Cabe indicar que se ha identificado 120 MHz de espectro que estaría listo para un eventual proceso de licitación:

- Licitación de la banda AWS: 30+30 MHz.
- Licitación de banda de 2.3 GHz: 30 MHz TDD.
- Licitación de la banda de 2.5 GHz: 20+20 MHz y 20 MHz TDD.
- Evaluar la licitación de la Banda de 1910-1930 MHz.

Asimismo, urge que se culmine con el proceso de reordenamiento de la banda de 3.5 GHz, en los plazos establecidos, para que de ser el caso, se proceda con el proceso de licitación de los bloques que quedarán libres.

Se sugiere que los procesos de licitación se realicen acorde a las nuevas tendencias internacionales de licitación de espectro, que permitan que los operadores hagan un uso eficiente de este recurso escaso.

11.6. Obligaciones de cobertura en la Red Vial y en CCPP rurales

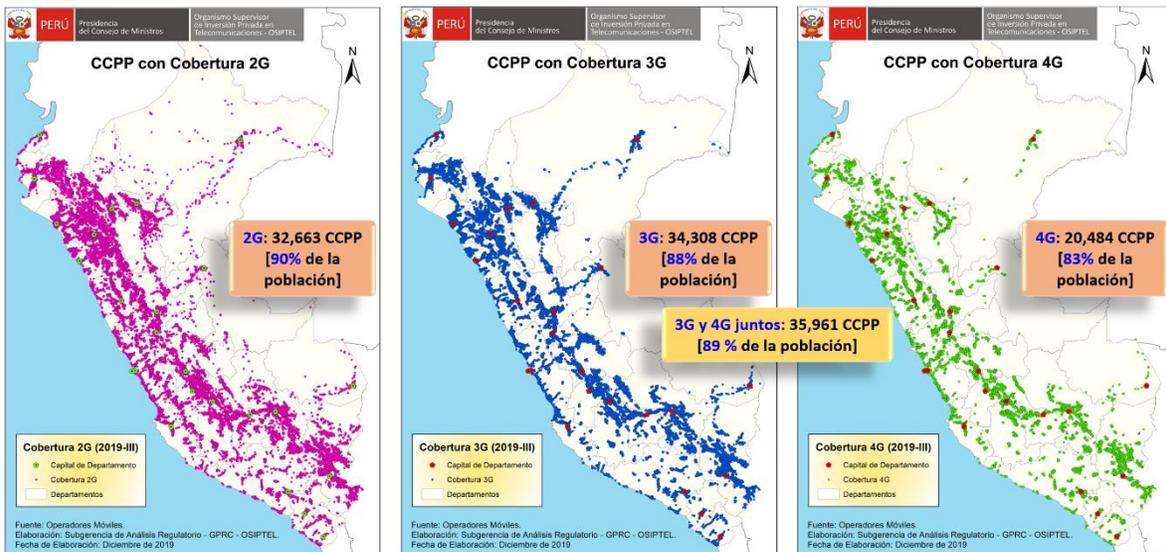
En los nuevos procesos de licitación, y de ser el caso en los nuevos procesos de renovación de concesiones, es necesario que se establezcan metas de cobertura en:

- CCPP rurales que actualmente no cuentan con cobertura móvil de ninguna tecnología.
- Alcance del 100% de la red vial nacional.
- Alcance del 100% de la red vial departamental.

Dichas medidas contribuirían a que el servicio móvil llegue a las zonas más alejadas del país y que además la cobertura exista en las vías de comunicaciones que interconectan los diversos CCPP del Perú.

Como se observa en la Figura 48, a la fecha ya se cuenta con niveles de cobertura cercanos al 90% de población, pero queda aún pendiente atender al 10% restante de la población peruana.

Figura N° 50.- Alcance de la cobertura móvil (setiembre de 2019)



Elaboración: GPRC-OSIPTEL

11.7. Promover el uso compartido activo con espectro

Tal como se analizó en la Sección 10, se requiere que el Estado promueva el uso compartido activo de infraestructura, en todas las modalidades, inclusive usando esquemas de uso compartido con espectro.

Una medida de este tipo, en un marco de libre y leal competencia, permitiría que los operadores ahorren costos en el despliegue de infraestructura y a la vez se haga un uso más eficiente del espectro radioeléctrico. Esto permitiría incrementar la cobertura de los servicios, y que los usuarios tengan más alternativas para eventuales procesos de portabilidad numérica.

11.8. Estudio de interferencias de la Banda C y Ku

En línea al proceso de reordenamiento de la banda de 3.5 GHz y tal como se señaló en la Sección 5, se requiere que se realice un estudio que permita identificar posibles interferencias entre las bandas usadas por los operadores satelitales en banda C y el rango de 3.3 a 3.8 GHz. Esta medida permitiría que los operadores tengan mayores incentivos a participar en una eventual licitación de la banda de 3.5 GHz.

Asimismo, teniendo como objetivo las bandas milimétricas, también se requiere que se elabore un estudio para identificar posibles interferencias con la banda Ku.

11.9. Estudio para evaluar el uso de nuevas bandas de espectro

En base a lo adoptado por otros países de la región, y tal como se señala en la sección 5 del presente documento, se requiere que se evalúe dos nuevas bandas de espectro:

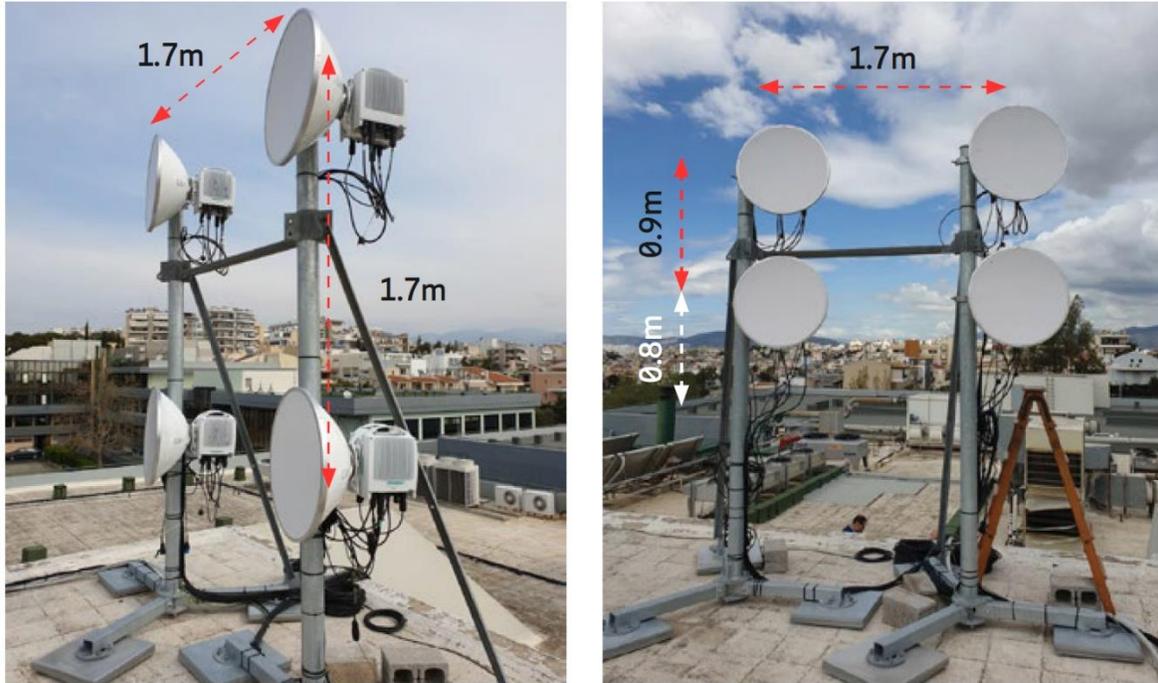
- Banda de 600 MHz: Requiere de un segundo dividendo digital.
- Banda L: Se requiere que se evalúe el actual uso y si es posible su atribución para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

11.10. Banda E para redes microondas

De la mano con las frecuencias usadas en el acceso, se requiere que se cuente con espectro para las redes de transporte. Una de estas bandas es la denominada Banda E, en el rango de (71 - 76 GHz y 81 - 86 GHz). Si bien los equipos comerciales operando en

banda E, soportan enlaces de hasta 10 Gbps, ya se están realizando pruebas para enlaces de más de 100 Gbps.

Figura N° 51.- Enlace microondas de 139 Gbps



Fuente: Ericsson

A la fecha diversos fabricantes (Huawei⁸¹, Ericsson⁸²) ya cuentan con equipamiento en esta banda. En ese sentido, con el fin de acelerar la implementación de redes de alta capacidad, y que los operadores puedan manejar el tráfico con redes de backhaul adecuadas, se requiere que en el corto plazo la Banda E se atribuya para el uso de enlaces microondas y se realice la respectiva canalización, acorde a las mejores prácticas internacionales.

11.11. Fortalecimiento de la Comisión Multisectorial Permanente de Espectro

El año 2011 se creó la Comisión Multisectorial Permanente encargada de emitir informes técnicos especializados y recomendaciones para la planificación y gestión del Espectro Radioeléctrico y las adecuaciones del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (en

⁸¹ Para mayor información:

<https://e.huawei.com/es/products/wireless/microwave/e-Band-millimeter>

⁸² Para mayor información, revisar el "Ericsson Microwave Outlook"

<https://www.ericsson.com/en/microwave-outlook/reports/2019>

adelante, Comisión Multisectorial Permanente del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias). Al respecto, a continuación se listan algunas recomendaciones que de ser adoptadas permitirían mejorar el trabajo desarrollado por esta Comisión.

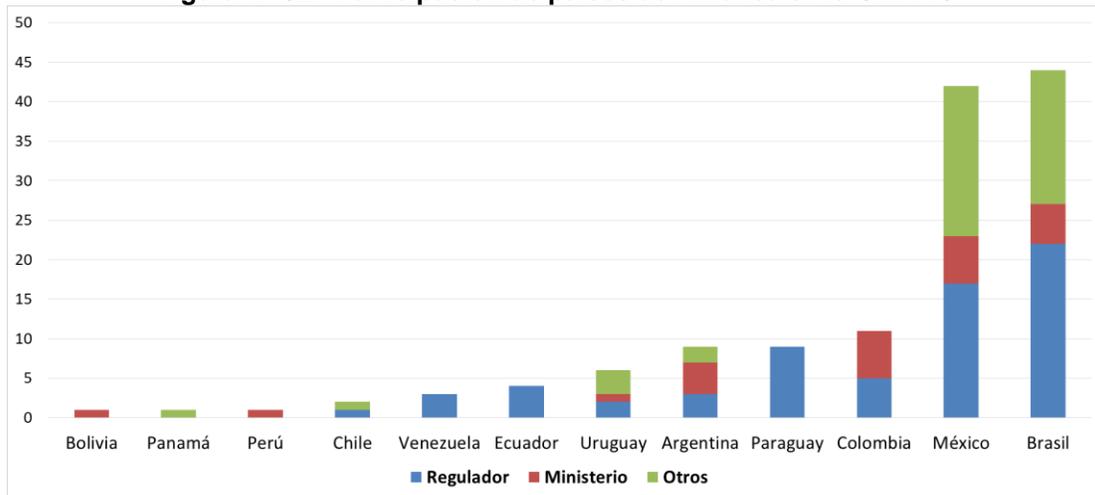
- Una posición óptima respecto a la tarea de administración y gestión del espectro es la experiencia adoptada en Colombia, donde mediante Ley 1341 del año 2009, se creó la Agencia Nacional de Espectro (ANE) como una unidad administrativa especial del orden nacional, adscrita al MINTIC, sin personería jurídica, con autonomía técnica, administrativa y financiera. El objetivo de la ANE es brindar el soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control del espectro radioeléctrico.
- Se recomienda que bajo dicho modelo institucional, se cuente con un esquema mixto conformado por: i) Personal dedicado de forma exclusiva a las labores de gestión del espectro, y ii) Personal perteneciente a las distintas direcciones del Viceministerio de Comunicaciones del MTC (4 integrantes titulares) y gerencias del OSIPTEL (al menos 2 integrantes titulares), y de ser el caso, de otros sectores (por ejemplo, academia, centros de investigación).
- Asimismo, para el desarrollo de las sesiones se recomienda que para que exista quórum se cuente con la presencia de al menos un representante del OSIPTEL.
- Por otro lado, es necesario que los representantes de este nuevo ente tengan participación directa en eventos internacionales, tales como la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, organizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- En relación a los productos trabajados, se sugiere que exista un esquema de transparencia de información disponible en el portal web del MTC, en el que se cuente de forma actualizada con toda la información de carácter público realizado en el marco del trabajo desarrollado por este nuevo Ente.

11.12. Fomentar la participación de Perú en los WRC (CMR)

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, es un evento organizado por la UIT (que es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas) que se realiza cada 4 años y es uno más importantes en materia de gestión del espectro radioeléctrico.

El presente año, la CMR-19 se realizó en Egipto, del 28 de octubre al 22 de noviembre de 2019. Por parte de Perú solo fue un representante, quien solo estuvo los últimos días del evento⁸³. En contraste se tiene a los demás países de la región que han enviado a más de un representante.

Figura N° 52.- Participación de países de América en la CMR-19



Fuente: ITU. Elaboración: GPRC-OSIPTTEL.

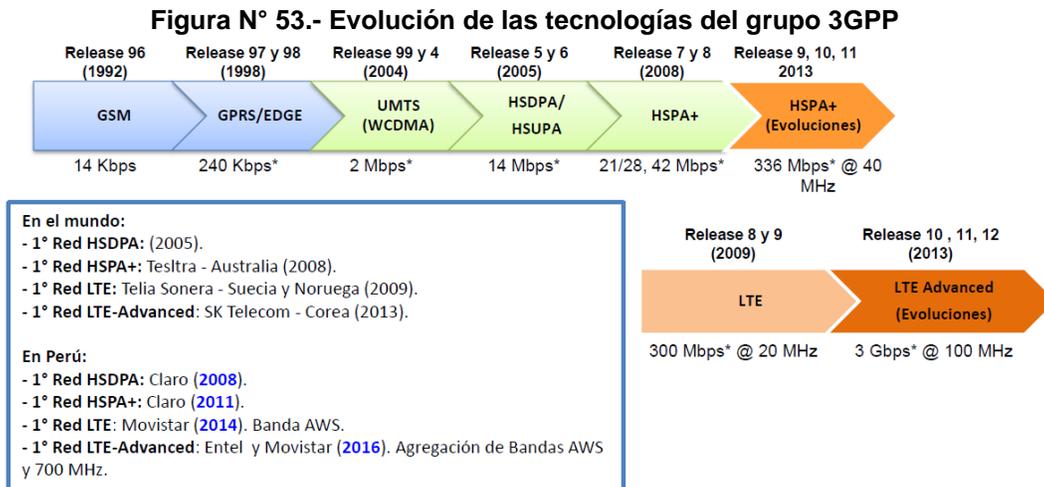
Se observa la participación de diversos involucrados, tales como los Ministerios, los Organismos Reguladores, Cancillería y el sector privado. Sin embargo en el caso peruano se contó solo con la presencia de un único representante del Ministerio (MTC) y ningún representante del Regulador y de otros sectores.

En ese sentido se recomienda que para el WRC-23, el MTC haga extensiva la invitación y respectiva acreditación de funcionarios del Organismo Regulador, y de ser el caso, de otros representantes del sector, más aun cuando el OSIPTTEL forma parte de la Comisión Multisectorial Permanente del Espectro.

⁸³ Para mayor información revisar: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/autorizan-viaje-de-director-de-la-direccion-de-gestion-contr-resolucion-ministerial-n-1034-2019-mtc0103-1825182-1/>

ANEXO N° 01: TECNOLOGÍAS 3GPP

El Grupo 3GPP por medio de los “Releases”, ha emitido especificaciones técnicas para estandarizar dichas tecnologías, partiendo del Release 96, hasta llegar al Release 15 y superiores.



Fuente: 3GPP, GSA. Elaboración: GPRC-OSIPTTEL. *Las velocidades mostradas son pico teóricas.

La Tecnología LTE se encuentra estandarizada por los Releases 8 y 9, la tecnología LTE-Advanced por los Releases 10, 11 y 12 y la tecnología LTE-Advanced Pro por los Releases 13 y 14. A partir del Release 15, el Grupo 3GPP está desarrollando las especificaciones de la tecnología 5G.



Fuente: 3GPP, GSA. Elaboración: GPRC-OSIPTTEL.

La línea de evolución de la tecnología LTE (*Long Term Evolution*), se desarrolla en los documentos denominados “*Releases*” (versiones) publicados por dicho Grupo, los cuales contienen las especificaciones detalladas para todos los segmentos y elementos de red necesarios para la implementación de dichas versiones tecnológicas, desde la interfaz aire, señalización, procesos y procedimientos entre elementos de red, hasta el espectro requerido.

LTE:

LTE corresponde a las Releases 8 y 9 (versiones) del 3GPP. Una de las características principales de la tecnología LTE es la flexibilidad del ancho de banda (en MHz) que puede ser utilizado, el cual va desde unos pocos MHz hasta un máximo de 20+20MHz por cada portadora LTE. De esta manera, en LTE los operadores pueden elegir cualquiera de las siguientes combinaciones de espectro:

- 1.4+1.4 MHz
- 3+3 MHz
- 5+5 MHz
- 10+10 MHz
- 15+15 MHz
- 20+20 MHz

Los operadores eligen la opción que mejor se adecue a la cantidad de espectro que poseen. Por ejemplo, en el Perú se tienen despliegues de redes LTE con las siguientes combinaciones: 10+10 MHz, 15+15 MHz y 20+20 MHz. Al respecto, mientras más espectro se use, los operadores pueden ofrecer mejores velocidades (en Mbps) de acceso a sus clientes. Es preciso indicar que a la fecha, la tecnología LTE es ofrecida por todos los operadores móviles peruanos que poseen red: América Móvil, Entel Perú S.A. (en adelante, Entel), Telefónica y Viettel Perú S.A.C (en adelante, Viettel).

LTE-Advanced:

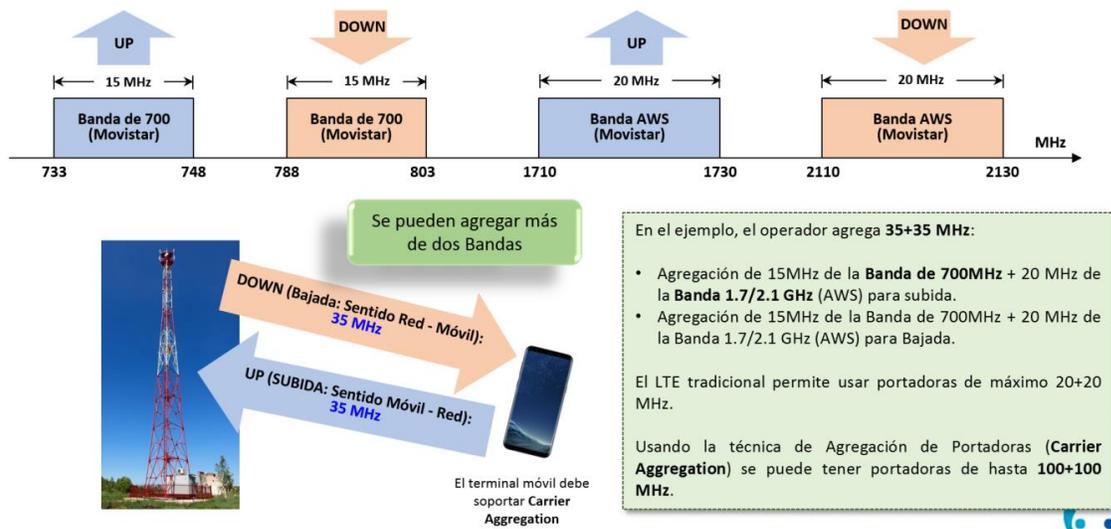
Posteriormente, el Grupo 3GPP por medio de los Releases 10, 11 y 12, estandarizó la tecnología **LTE-Advanced**. Esta tecnología, entre otras cosas, introduce un nuevo concepto: El uso de la técnica de Agregación de Portadoras o *Carrier Aggregation*.

Mediante el uso de esta técnica, los operadores pueden agregar hasta 100 MHz de espectro.

En la Figura N° 44 se muestra la agregación de dos portadoras: 15+15 MHz de la Banda de 700MHz y 20+20 MHz de la Banda de 1700/2100 MHz (AWS), con lo cual se logra un ancho de banda de 35+35MHz.

A la fecha, tres (3) operadores del mercado peruano han implementado la técnica de agregación de Portadoras en sus redes móviles: América Móvil, Entel y Telefónica.

Figura N° 55.- Ejemplo de Agregación de Portadoras.



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio – GPRC – OSIPTEL.

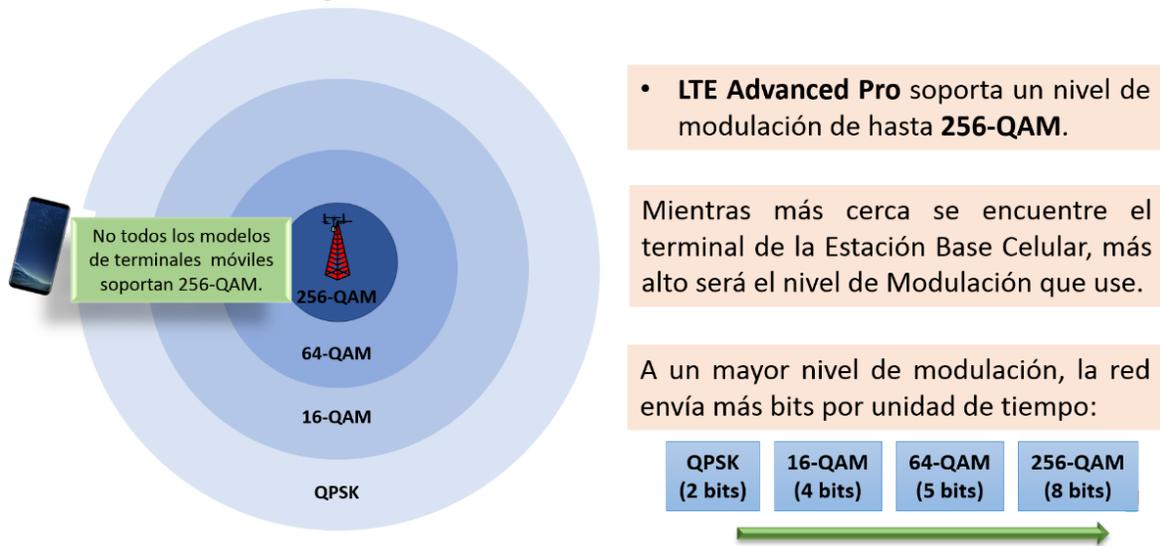
LTE-Advanced Pro:

Con la publicación del Release 13 en octubre de 2015 y posteriormente la Release 14, el Grupo 3GPP emitió las especificaciones de la tecnología LTE-Advanced Pro⁸⁴, la cual corresponde la transición tecnológica hacia la tecnología 5G (Quinta Generación), que actualmente se viene estandarizando en los trabajos correspondientes a la Release 15 del Grupo 3GPP. La tecnología LTE-Advanced Pro introduce diversas mejoras, de las que podemos resaltar las siguientes:

⁸⁴ El Grupo 3GPP precisó que la tecnología LTE-Advanced Pro corresponde al Release 13: http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1745-lte-advanced_pro

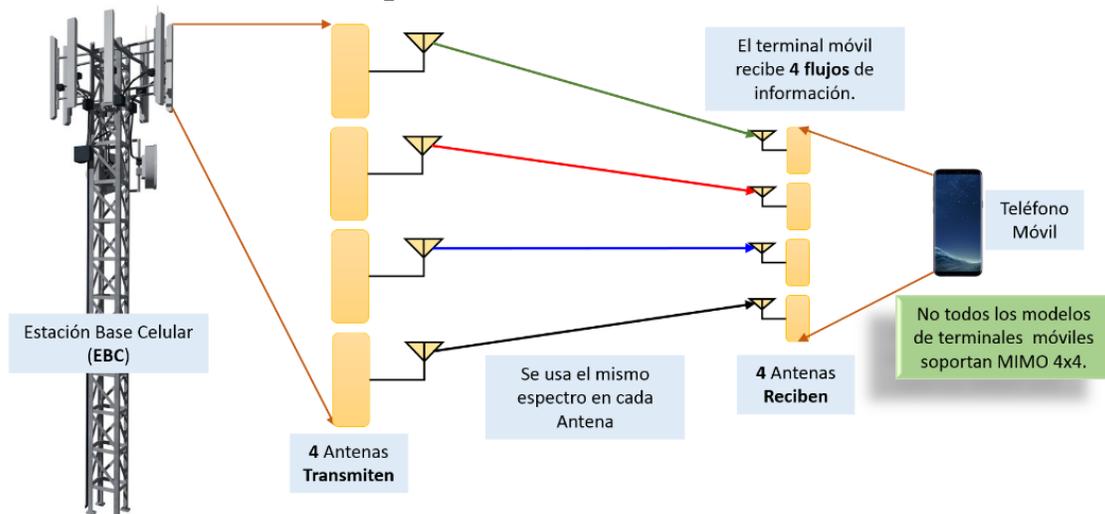
- Modulación de Alto Orden (HOM: *High Order Modulation*): hasta 256-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) en el Downlink; y hasta 64-QAM (R13) o hasta 256-QAM (R14) en el Uplink .
- Uso de MIMO (Tecnología de Antenas de Múltiple Entrada-Múltiple Salida): 4x4 o superior.
- Uso de Agregación de Portadoras: De acuerdo al estándar, se puede agregar hasta 32 portadoras de 20 MHz cada uno, usando Bandas Licenciadas y No Licenciadas. Sin embargo, los despliegues típicos usan de 2 a 5 portadoras.

Figura N° 56.- Uso de Modulación de 256QAM.



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio – GPRC – OSIPTEL.

Figura N° 57.- Uso de MIMO 4x4.



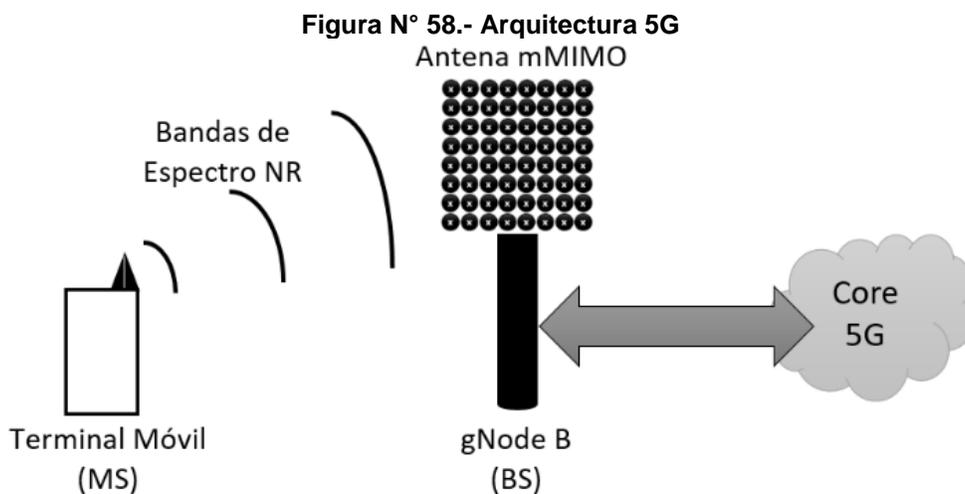
Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio – GPRC – OSIPTEL.

5G:

Esta tecnología se estandariza con el Release 15, y continúa con las versiones 16 y 17 que aún se encuentran en desarrollo.

El Grupo 3GPP indica que el ancho de banda del canal puede variar de 5 MHz a 400 MHz, considerando el ancho de banda de guarda. Tales anchos de banda aplican solo para una portadora, siendo que si el operador hace uso de la agregación de portadoras, el espectro utilizado se encuentra por encima de 1 GHz de ancho de banda.

Además del espectro, también se requiere que los equipos, tanto del lado del usuario (Terminal: MS) como del lado de la red (Estación Base: BS, llamada como gNode B) soporten las bandas New Radio (NR), tales como la banda de 3.5 GHz, bandas milimétricas, entre otras.



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio – GPRC – OSIPTEL.

La tecnología 5G soporta modulación de hasta 256-QAM (en Release 15) y uso de MIMO (Multiple Input Multiple Output) avanzado (4x4, 8x8 o superior) o Massive MIMO (64x64 o superior).

ANEXO N° 02: ESTADO ACTUAL DEL ESPECTRO EN EL PERÚ

a) Banda de 385-396 MHz

De acuerdo a la Nota P41 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), el rango de frecuencia de 385 - 386 MHz y 395 - 396 MHz, está atribuida a la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones a Título Secundario, con fines de seguridad pública o de atención en situaciones de emergencia o de socorro; en aras de salvaguardar la vida y/o bienes de las personas. Al respecto, en estas bandas se cuenta con la presencia de 2 operadores: Dolphin Telecom del Perú S.A.C (en adelante Dolphin) y Nikela Telecom S.A.C. (en adelante Nikela).

Figura N° 59.- Banda de 385-396 MHz

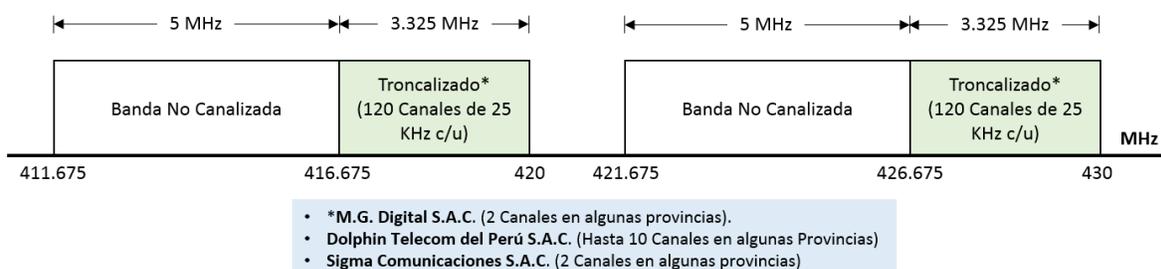


Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL

b) Banda de 400 MHz

La Nota P45 del PNAF señala que las bandas 411,675-416,675 MHz y 421,675-426,675 MHz están atribuidas a título primario para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico. Esta banda de 5+5 MHz por el momento no se encuentra ni asignada ni canalizada. Es preciso indicar que por el momento esta banda no ha sido identificada por el Grupo 3GPP para la implementación de tecnologías móviles.

Figura N° 60.- Banda de 400 MHz



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL

Por otro lado, de acuerdo a la Nota P45 del PNAF, las bandas de 416,675-420 MHz y 426,675-430 MHz están atribuidas a título primario para la prestación del servicio público móvil de canales múltiples de selección automática (también conocido como troncalizado). De acuerdo al Registro Nacional de Frecuencias (RNF), en esta banda se cuenta con la presencia de tres operadores: M.G. Digital S.A.C., Dolphin Telecom del Perú S.A.C., y Sigma Comunicaciones S.A.C., en todos los casos las asignaciones son fuera de las provincias de Lima y Callao. Por el momento, esta banda tampoco ha sido identificada por el Grupo 3GPP para la implementación de tecnologías móviles.

c) Banda de 450 MHz

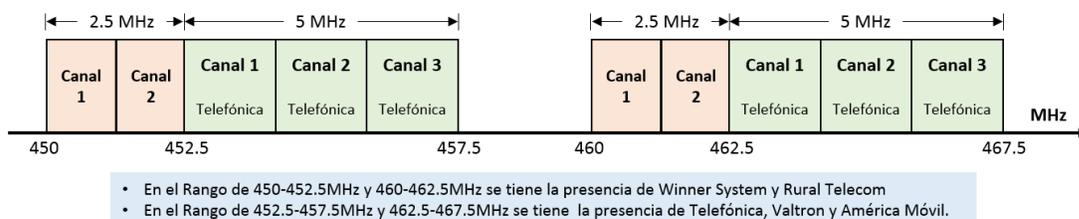
En la Banda de 450 MHz se tienen dos porciones de espectro:

- Rango de 450-452.5 MHz y 460-462.5 MHz: 2.5+2.5 MHz
- Rango de 452.5-457.5 MHz y 462.5-467.5 MHz: 5+5 MHz.

Banda de 450-452.5MHz y 460-462.5 MHz: Según la Nota P48A, esta banda se encuentra atribuida a título primario para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones para ser utilizados por operadores rurales fuera de la provincia de Lima y Callao.

Banda de 452.5-457.5MHz y 462.5-467.5 MHz: De acuerdo a la Nota P48, esta banda se encuentra atribuida a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico. A la fecha, Telefónica del Perú S.A.A. (en adelante, Telefónica) tiene asignado el espectro para las provincias de Lima y Callao, producto de un proceso de licitación llevado a cabo el 2007. En algunas otras provincias se encuentra la presencia de otros operadores tales como Valtron y América Móvil Perú S.A.C. (en adelante, América Móvil).

Figura N° 61.- Banda de 450 MHz*

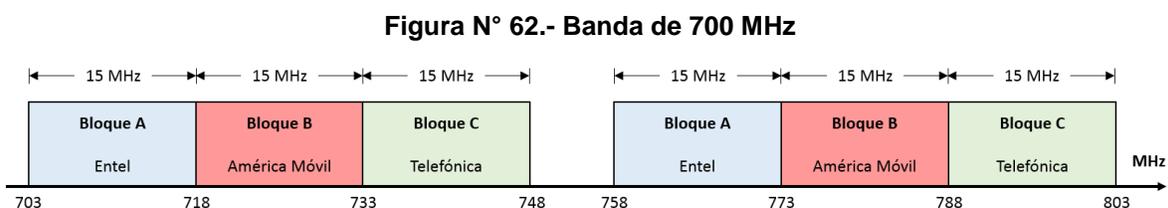


Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL. Figura referencial. Para mayor información revisar el RNF.

Es preciso señalar que de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 095-2018-MTC/03 publicada el 24 de febrero de 2018 la banda de 450-470 MHz ha sido identificada para la utilización en tecnologías IMT. Asimismo, la citada Resolución señala que la Banda de 452.5-457.5 MHz y 462.5-467.5 MHz se declara en reserva.

d) Banda de 700 MHz

La Banda de 700 MHz es producto del dividendo digital, el cual consistió en migrar algunos canales de Televisión (TV) analógica a otras porciones de espectro asignados para la TV Digital.



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL

De acuerdo a la Nota P51 del PNAF, la Banda de 698 - 806 MHz se encuentra atribuida a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso inalámbrico. Esta banda cuenta con 3 canales de 15+15 MHz, y con la presencia de 3 operadores: Entel Perú S.A. (en adelante Entel), América Móvil y Telefónica⁸⁵.

La banda se licitó en mayo de 2016, por un periodo de 20 años. A la fecha los operadores usan esta banda para ofrecer el servicio de Internet móvil por medio de la tecnología LTE y evoluciones.

e) Banda de 800 MHz

En nuestro país, la banda de 800 MHz está comprendida por tres porciones de espectro:

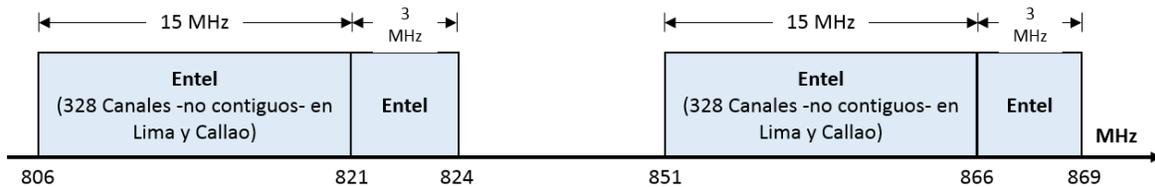
- **Rango 806-821 MHz y 851-866 MHz:** De acuerdo a la Nota P52 del PNAF, esta banda se encuentra atribuida para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones usando sistemas de acceso inalámbrico. Asimismo la Banda

⁸⁵ Para mayor información sobre el proceso de licitación, revisar:

<http://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaProyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=8100>

se declaró en reserva. Históricamente esta banda ha sido utilizada para la prestación del servicio troncalizado por medio de la tecnología iDEN. ENTEL tiene asignados diversos canales en algunos departamentos del Perú; en el caso de la Provincia de Lima y Callao, tiene 328 canales no contiguos.

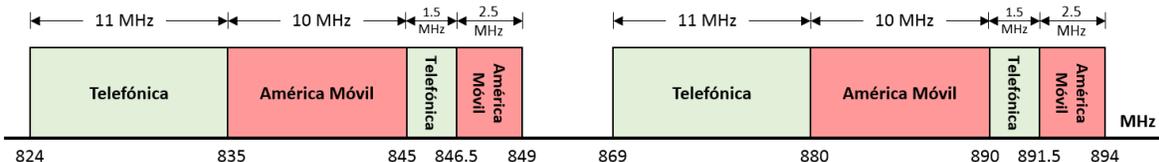
Figura N° 63.- Banda de 800 MHz*



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL

- Rango de 821-824 MHz y 866-869 MHz:** De acuerdo a la Nota P52 del PNAF, esta banda se encuentra atribuida para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones usando sistemas de acceso fijo inalámbrico. Al igual que el segmento anterior, esta banda también se encuentra en reserva. Desde el año 2009, Entel tiene asignado esta banda en la Provincia de Lima y Callao⁸⁶.

Figura N° 64.- Banda de 850 MHz



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL

- Rango de 824-849 MHz y 869-894 MHz:** También conocida como Banda de 850 MHz. De acuerdo a la Nota P53, esta banda se encuentra atribuida para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones usando sistemas de acceso inalámbrico. A la fecha, esta banda se encuentra en reserva. La Banda de 850 MHz fue la primera en ser usada para la prestación del servicio de telefonía móvil en el Perú. En esta banda, se cuenta con la presencia de dos operadores:

⁸⁶ Par mayor información, revisar:

<https://www.proyectosospx.pe/modulos/JER/PlantillaPopUp.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=4321>

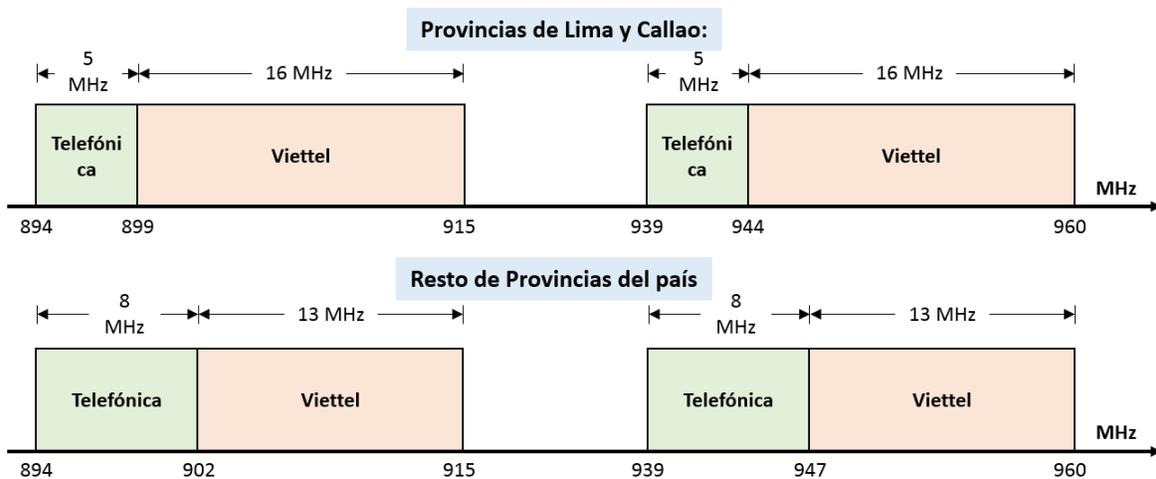
Telefónica y América Móvil, los cuales han desplegado la tecnología 2G (GSM, GPRS, EDGE) y 3G (HSPA y evoluciones).

f) Banda de 900 MHz

La banda de 900 MHz comprende dos rangos:

- Rango de 894-899 MHz y 939-944 MHz para Lima y Callao y 894-902 MHz y 939 - 947 MHz para el resto del territorio nacional:** De acuerdo a la Nota P55 del PNAF esta banda está atribuida para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones. En cumplimiento de lo establecido en la RM N° 095-2018-MTC/03, esta banda se encuentra en reserva. En esta Banda, se cuenta con la presencia del operador Telefónica del Perú, quien se adjudicó la Banda en el 2008⁸⁷. A la fecha se desconoce el uso que el citado operador le da a esta banda.

Figura N° 65.- Banda de 900 MHz



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL.

- Rango de 899-915 MHz y 944-960 MHz para Lima y Callao y 902-915 MHz y 947 - 960 MHz para el resto del territorio nacional:** De acuerdo a la Nota P57 del PNAF, esta banda se encuentra atribuida para la prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones. Al igual que la otra porción de la Banda de 900MHz, esta banda también se encuentra en reserva. Esta banda se encuentra adjudicada a

⁸⁷ Para mayor información, revisar:

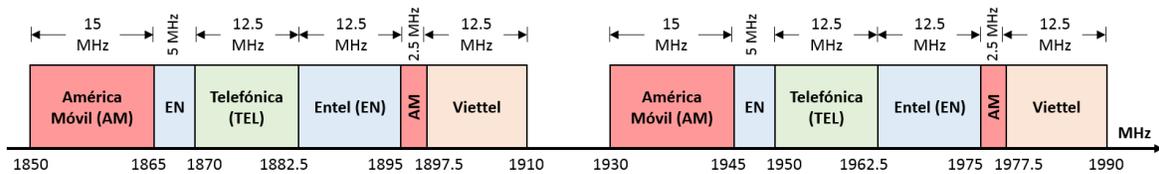
<https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaPopUp.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=3567>

Viettel, luego de un proceso de licitación llevado a cabo en el 2012⁸⁸, quien ha implementado la tecnología LTE.

g) Banda de 1900 MHz

De acuerdo a la Nota P65 la Banda de 1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz esta atribuida para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones usando sistemas de acceso inalámbrico. Asimismo, esta banda se encuentra en reserva en cumplimiento de la RM 095-2018-MTC/03. La Banda de 1900 MHz, junto con la Banda de 850 MHz fueron las primeras en ser utilizadas en nuestro país para la prestación de servicios móviles.

Figura N° 66.- Banda de 1900 MHz



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

A la fecha se cuenta con la presencia de los 4 operadores móviles:

- América Móvil: 35 MHz (17.5+17.5 MHz).
- Entel: 35 MHz (17.5+17.5 MHz).
- Telefónica: 25 MHz (12.5+12.5 MHz).
- Viettel: 25 MHz (12.5+12.5 MHz).

Dichos operadores han implementado las tecnologías 2G (GSM y evoluciones), 3G (HSPA y Evoluciones) y 4G (LTE y Evoluciones).

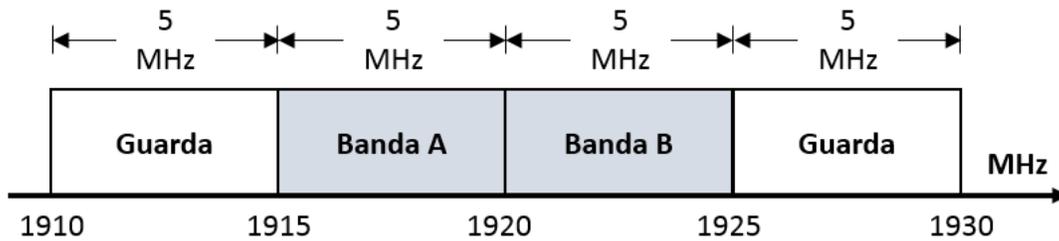
h) Banda de 1910-1930 MHz

De acuerdo a la Nota P65 del PNAF, la Banda de 1910-1930 MHz esta atribuida para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso inalámbrico. A la fecha dicha banda se encuentra en reserva y no ha sido asignada a ningún operador.

⁸⁸ Para mayor información, revisar:

<https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaPopUp.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=6149>

Figura N° 67.- Banda de 1910 – 1930 MHz

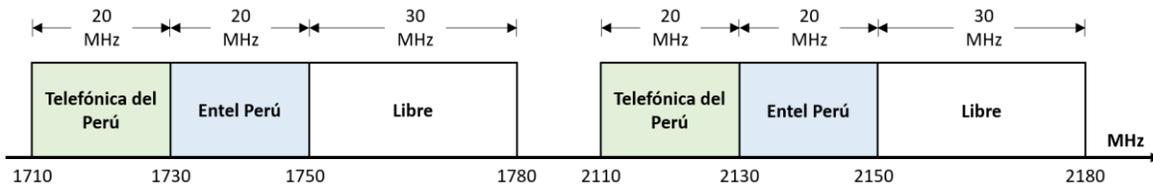


Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

i) Banda de 1700/2100 MHz (AWS)

De acuerdo a la Nota P65 del PNAF, la Banda de 1710-1780 MHz y 2110-2180 MHz, esta atribuida para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso inalámbrico.

Figura N° 68.- Banda AWS



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

En esta banda se cuenta con la presencia de 2 operadores: Telefónica del Perú y Entel Perú, cada uno con 20+20 MHz de espectro. Es preciso señalar que dicho espectro se adjudicó el año 2013⁸⁹.

Los citados operadores han implementado la tecnología LTE y en algunos casos, han implementado la tecnología LTE-Advanced mediante la agregación de portadoras (usando el espectro de la banda de 700 MHz).

j) Banda de 2.3 GHz

La Nota P68A del PNAF señala que la Banda de 2300-2400 MHz se encuentra atribuida a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso inalámbricos.

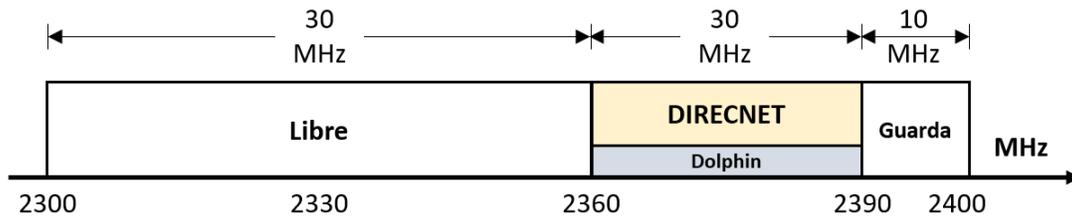
⁸⁹ Para mayor información:

<https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaProyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=5599>

En la Banda de 2.3 GHz se cuenta con la presencia de 2 operadores:

- DIRECNET.
- Dolphin Telecom del Perú S.A.C: Provincia de Yauli, Departamento de Junín.

Figura N° 69.- Banda de 2.3 GHz



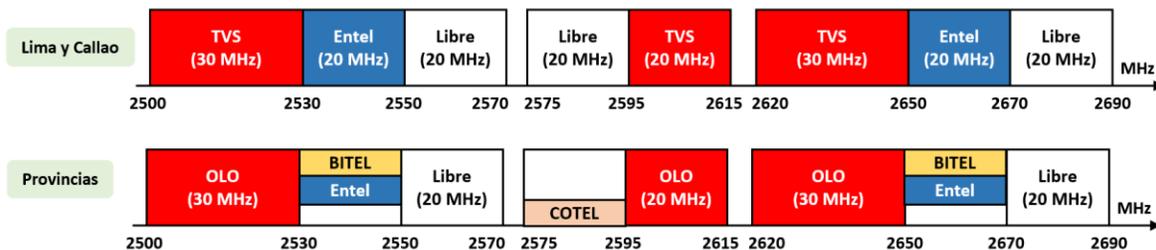
Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

Es preciso señalar que esta banda es vecina de las redes LAN inalámbricas (conocidas como WLAN), especialmente por las redes Wi-Fi.

k) Banda de 2.5 GHz

La Nota P67 del PNAF señala que la Banda de 2500-2692 MHz se encuentra atribuida a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso inalámbrico.

Figura N° 70.- Estado de la Banda de 2.5 GHz



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

De acuerdo a lo visto en la sección 7 del presente documento, esta banda ha pasado por un proceso de reordenamiento, que ha tenido como resultado que se cuente con solo dos operadores en Lima y Callao, y con 4 operadores en el resto de provincias del país.

l) Banda de 3.3 a 3.8 GHz

El PNAF señala en la Nota P51 que el rango de frecuencias comprendidas entre 3.3 a 3.8 GHz han sido identificadas para el despliegue de redes IMT. Asimismo, la banda se

encuentra atribuida para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones usando sistemas de acceso inalámbrico, y señala que su asignación será mediante concurso público. Se detallan 3 rangos:

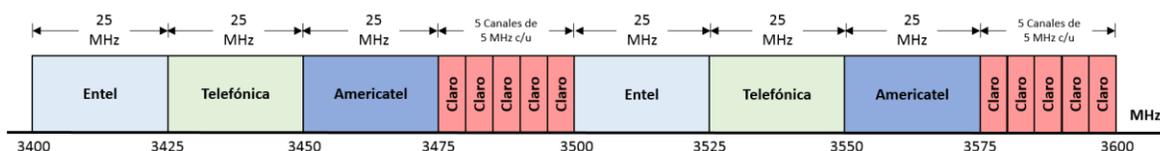
- **Nota P73:** Rango de 3400 - 3600 MHz
- **Nota P73A:** Rango de 3300 - 3400 MHz
- **Nota P73B:** Rango de 3600 - 3800 MHz

Es preciso indicar que el marco legal vigente, no permite instalar nuevas estaciones satelitales que usen el rango de 3600 - 3800 MHz. Asimismo señala que aquellas estaciones satelitales que operan en esta banda deben migrar al rango de 3800 - 4200 MHz u otras bandas afines.

A la fecha solo existen asignaciones en el rango de 3.4-3.6 GHz. Para el caso de las provincias de Lima y Callao, los siguientes operadores tienen asignado espectro:

- **Entel:** 50 MHz (2 canales de 25 MHz).
- **Telefónica del Perú:** 50 MHz (2 canales de 25 MHz).
- **Americatel:** 50 MHz (2 canales de 25 MHz).
- **América Móvil:** 50 MHz (10 canales de 5 MHz).

Figura N° 71.- Banda de 3.5 GHz en Lima y Callao



Fuente: MTC. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTEL.

En el resto de provincias se tiene adicionalmente al operador GAMACON S.A.C (en las provincias de Pasco y Daniel Alcides Carrión, departamento de Pasco). Si bien, durante muchos años este espectro fue utilizado para el despliegue de la tecnología de WiMAX Fijo, en la actualidad se desconoce el uso de esta banda de espectro.

En siembre de 2019 mediante Resolución Viceministerial N° 641-2019-MTC/03 el MTC publicó la canalización de la banda de 3.3-3.8 GHz, para operar en modo de duplexaje TDD.

La citada banda se divide en 100 canales de 5 MHz cada uno, haciendo un total de 500 MHz⁹⁰.

Es preciso señalar que esta banda actualmente se encuentra en proceso de reordenamiento⁹¹, lo cual permitiría que en el futuro se implementen redes 5G.

⁹⁰ Resolución disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/normas/servicios_privados/documentos/RVM%20641-2019-MTC-03%20Modif%20PNAF%20-%20Banda%20C_IMT2020.pdf

⁹¹ Para mayor información revisar:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/disponen-iniciar-el-reordenamiento-de-la-banda-de-frecuencia-resolucion-directoral-n-358-2019-mtc27-1821013-1/>

ANEXO N° 03: SUBASTAS DE ESPECTRO REALIZADAS EN EUROPA Y AMÉRICA, 2014-2018

EUROPA	Tipo de Subasta	Número de Subastas			Monto Obtenido		Ancho de Banda			
	Una Ronda, oferta sellada	Total	País	Fecha	Total	Monto	Total	MHz	Banda	
		2	Hungría	jun-16	2,870,000.00 €	22,870,000.00 €	20,000,000.00 €	120 MHz	80	3,6-3,8 GHz
	España	may-16							40	2,6 GHz 3,4-3,6 GHz
	Subasta de Múltiples Rondas Ascendentes									
	Subasta de Múltiples Rondas Simultáneas (SMRA)	8	Eslovaquia	jul-15	8,966,330,000.00 €	2,430,000.00 €	2400 MHz	100	3,4-3,6 GHz	
			Reino Unido	abr-18						1,550,000,000.00 €
			Finlandia	oct-18						77,600,000.00 €
			España	jul-18						438,000,000.00 €
			Italia	oct-18						6,550,000,000.00 €
			Suecia	dic-18						270,000,000.00 €
			Alemania	IT-2019 a realizar						-
			Rep. Checa	nov-17						78,300,000.00 €
	Subasta de Reloj Combinatorio (CCA)	2	Irlanda	may-17	78,200,000.00 €	-	350 MHz	350	3,4-3,8 GHz	
	Austria		nov-18 en proceso							

A M É R I C A	Tipo de Subasta	Número de Subastas			Monto Obtenido		Ancho de Banda		
	Una Ronda, oferta sellada	Total	Pais	Fecha	Total	Monto	Total	MHz	Banda
				Perú	may-16		US\$ 911,000,000.00		90
		Argentina	jun-17		US\$ 128,000,000.00		100	2500 MHz	
		Canadá	mar-15		US\$ 2,109,147,421.00		50	1755-1780 MHz	
		6	Canadá	ago-15	US\$ 5,350,093,029.00	US\$ 58,509,286.00	540 MHz	40	2155-2180 MHz (AWS-3)
			Canadá	may-18		US\$ 43,436,322.00		140	Espectro residual en bandas de 700, 2500, 2300 MHz y PCS-G
			México	ago-18		US\$ 2,100,000,000.00		120	2500 MHz
	Subasta de Múltiples Rondas Ascendentes	4	Brasil	ago-14		US\$ 2,300,000,000.00		80	700 MHz
			Colombia	Propuesta		n.d		n.d	700 MHz
			Colombia	Propuesta	US\$ 2,384,500,000.00	n.d	150 MHz	n.d	1900 MHz
			Paraguay	ene-18		US\$ 84,500,000.00		70	700 MHz
	Multiples rondas simultáneas (SMRA)	9	Argentina	oct-14		US\$ 2,200,000,000.00		210	700 MHz (SCMA) 800 MHz (SRMC) 1900 MHz (PCS) 1700-2100 MHz (SCMA)
			Colombia	Propuesta		n.d		n.d	900 MHz
			Colombia	Propuesta		n.d		n.d	2500 MHz
			Uruguay	ago-17		US\$ 111,500,000.00		125	700 MHz AWS-3
			EE.UU	jul-11	US\$ 45,224,270,000.00	US\$ 19,770,000.00	1984 MHz	24	1900-2100 MHz 698-806 MHz ("Banda de 700 MHz")
			EE.UU	feb-14		US\$ 1,564,000,000.00		10	1915-1920 MHz 1995-2000 MHz
			EE.UU	ene-15		US\$ 41,329,000,000.00		65	1695-1710 MHz 1755-1780 MHz
			EE.UU	nov-18		US\$702,572,410		850	2155-2180 MHz (AWS-3) 27.500-28.350 GHz
			EE.UU	mar-19		US\$1,988,888,836		700	24.25-24.45 GHz 24.75-25.25 GHz

A M É R I C A	Tipo de Subasta	Número de Subastas			Monto Obtenido		Ancho de Banda		
	Una Ronda, oferta	Total	País	Fecha	Total	Monto	Total	MHz	Banda
	Subasta de Reloj Combinatorio (CCA)	5	Costa Rica	jul-17	US\$ 8,003,636,002.00	US\$ 43,000,000.00	150MHz	70	1800 MHz
México			ene-16	US\$ 2,690,000,000.00		80		1700-2100 MHz	
Canadá			Propuesta	n.d		n.d		600 MHz	
Canadá			ene-14	US\$ 5,270,636,002.00		n.d		700 MHz	
Canadá			Propuesta	n.d		n.d		600 MHz	
Híbrido (Beauty Contest + Subasta)	1	Brasil	may-12	US\$ 2,930,000.00	US\$ 2,930,000.00	n.d	n.d	450 MHz 2500 MHz	

ANEXO 04: AUTORIDADES DE GESTIÓN DEL ESPECTRO

País	Órgano competente para la asignación del espectro	Organismo responsable de la asignación del espectro			Esquema preferido para la asignación de espectro		
		Móvil	Radiodifusión	Otro	Móvil	Radiodifusión	Otro
Austria	Ministerio Federal de Transportes, Innovación y Tecnología. Con respecto a la radiodifusión, el ministerio necesita el consentimiento de la autoridad de radiodifusión de KommAustria	Telecom-Control Commission (TKK)	KommAustria	Cuatro oficinas regionales de telecomunicaciones (autoridades subordinadas al ministerio).	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
Belgica	Ministerio de Economía, Pymes, Trabajadores independientes y Energía.	Belgian Institute for Postal Services and Telecommunications(BIPT)	Medios reguladores de cada comunidad, reunidos en la Conferencia de Reguladores de Comunicaciones Electrónicas (CRC): . Comunidad flamenca: Flemish Regulator for the Media (VRM) . Comunidad francesa: Conseil Supérieur de l'Audio-Visuel (CSA) . Capital Bilingüe de Bruselas Región: Belgian Institute for Postal Services and Telecommunications(BIPT) .Comunidad de habla alemana : Medienrat (Consejo de medios)	Belgian Institute for Postal Services and Telecommunications (BIPT)	Subasta	Concurso de belleza	Subasta o concurso de belleza
República Checa	Ministerio de Industria y Comercio	Czech Telecommunicationcs Office (CTU)	Czech Telecommunicationcs Office (CTU) con el consentimiento del consejo de radiodifusión	Czech Telecommunicationcs Office (CTU)	Subasta o concurso de belleza	Concurso de belleza	Concurso de belleza
Dinamarca	Regulator - Danish Energy Agency (ENS)	Regulator - Danish Energy Agency (ENS)	Regulator - Danish Energy Agency (ENS)	Regulator - Danish Energy Agency (ENS)	Subasta	La concesión del espectro es asignada por ENS, a raíz de una solicitud, a las emisoras a las que se les ha otorgado el derecho de proporcionar servicios de programas o distribuir programas de sonido y televisión según lo requiere la Ley de Radio y Televisión.	First Come First Served

País	Órgano competente para la asignación del espectro	Organismo responsable de la asignación del espectro			Esquema preferido para la asignación de espectro		
		Móvil	Radiodifusión	Otro	Móvil	Radiodifusión	Otro
Finlandia	El gobierno, sobre la base de los trabajos preparatorios del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.	El gobierno primero adjudica una licencia de red (una licencia de operación general). La Autoridad Reguladora de Comunicaciones de Finlandia (FICORA) otorga automáticamente a los licenciatarios de la red licencias de frecuencia separadas que cubren las condiciones técnicas detalladas. (Art. 8 y 39 de la Ley de Servicios de comunicaciones electrónicas).	El gobierno primero adjudica una licencia de red (una licencia de operación general). La Autoridad Reguladora de Comunicaciones de Finlandia (FICORA) otorga automáticamente a los licenciatarios de la red licencias de frecuencia separadas que cubren las condiciones técnicas detalladas. (Art. 8 y 39 de la Ley de Servicios de comunicaciones electrónicas).	The Finnish Communications Regulatory Authority (FICORA) (Licencia de frecuencia)	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
Francia	Ministerio de Industria y Comercio	L'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP)	Conseil Supérieur de l'Audio-Visuel (CSA)	L'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP)	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
Alemania	Las decisiones gubernamentales del gobierno son preparados por el Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital y el Ministerio Federal de Economía y Energía. Con respecto a la radiodifusión, el gobierno federal necesita el consentimiento del Consejo Federal, la segunda cámara del parlamento.	Bundesnetzagentur (BNNetzA)	Las competencias divididas entre Bnetz A y los estados federales: .Las autoridades de medios de los estados federales adjudican los derechos de uso de la capacidad (los cuales pueden ser llevados a través de las frecuencias) a transmisiones o plataformas de operadores, comúnmente a un concurso de belleza. .BNNetzA adjudica el derecho de uso de frecuencia a la red del operador y establece los detalles técnicos.	Bundesnetzagentur (BNNetzA)	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
Hungría	Regulator-National Media and infocommunications Authority (NMHH)	National Media and infocommunications Authority (NMHH)	National Media and infocommunications Authority (NMHH)	National Media and infocommunications Authority (NMHH)	Subasta o concurso de belleza	Concurso de belleza Sin decidir cómo se otorgarán las siguientes licencias de televisión digital terrestre. Las licencias actuales expirarán en junio el 2020.	First Come First Served o subasta
Irlanda	Ministerio - Departamento de Comunicaciones, Acción Climática y Medio Ambiente.	Commission for Communications Regulation (ComReg)	Commission for Communications Regulation (ComReg)	Commission for Communications Regulation (ComReg)	Subasta o concurso de belleza	Concesión o concurso de belleza	First Come First Served
Italia	Ministerio de Desarrollo Económico Emite el plan nacional de asignación de frecuencias (sujeto a la opinión de AGCOM)	Ministerio de Desarrollo Económico	Ministerio de Desarrollo Económico	Ministerio de Desarrollo Económico	Subasta	Subasta Subasta del espectro del dividendo digital para la radiodifusión terminado en junio de 2014.	First Come First Served

País	Órgano competente para la asignación del espectro	Organismo responsable de la asignación del espectro			Esquema preferido para la asignación de espectro		
		Móvil	Radiodifusión	Otro	Móvil	Radiodifusión	Otro
Holanda	Ministry of Economic Affairs and Climate(EZK)	Agencia de Radiocomunicaciones	Agencia de Radiocomunicaciones	Agencia de Radiocomunicaciones	Subasta	Subasta o concurso de belleza	First Come First Served El proyecto de regulación de frecuencia propone la renovación automática de estas licencias.
Polonia	Gobierno Las decisiones del gobierno son preparadas por el Ministerio de Digitalización.	Office of Electronic Communications (UKE)	Office of Electronic Communications (UKE) En consulta con el consejo de radiodifusión KRRIT	Office of Electronic Communications (UKE)	Subasta o concurso de belleza	Concurso de belleza	First Come First Served
Portugal	Regulator - Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM)	Regulator - Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM)	Regulator - Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM)	Regulator - Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM)	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
Rumania	Gobierno En la proposición de que el regulador (ANCOM) y después de recibir el consentimiento de la Comisión Interdepartamental de Radiocomunicaciones	National Authority for Management and Regulation in Communications (ANCOM)	National Authority for Management and Regulation in Communications (ANCOM) Las licencias de espectro se pueden vincular a las licencias audiovisuales emitidos por el Consejo Nacional Audiovisual de Rumania (CNA).	National Authority for Management and Regulation in Communications (ANCOM)	Subasta	Subasta	First Come First Served
Eslovaquia	Ministerio de Transporte y Construcción	Slovak Office for Regulation of Electronic Communications and Postal Services (RU- anteriormente TUSR) Par. 32 de la Ley 351/2011	Slovak Office for Regulation of Electronic Communications and Postal Services (RU-anteriormente TUSR), con consentimiento del consejo de radiodifusión (RVR)	Slovak Office for Regulation of Electronic Communications and Postal Services (RU- anteriormente TUSR)	Subasta o concurso de belleza	Concurso de belleza	Concurso de belleza
Eslovenia	Ministerio de Administración Pública	Agency for Communicatiton Networks and Services (AKOS)	Agency for Communicatiton Networks and Services (AKOS)	Agency for Communicatiton Networks and Services (AKOS)	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
España	Ministerio de Economía (Secretaría del progreso digital) (Para servicios de comunicaciones electronicas) Gobierno (Para la radiodifusión nacional)	Ministerio de Economía	Gobierno nacional (Consejo de ministros). Gobiernos regionales de licencias de radiodifusión en las comunidades autonomas. Las licencias de transmisión incluyen el derecho de uso del espectro (Art. 22.3 de la ley general audiovisual)	Ministerio de Economía	Subasta o concurso de belleza El Ministerio de Economía define el tipo de procedimiento de adjudicación competitivo sobre una base de caso por caso.	Concurso de belleza Ordenada por la Ley General Audiovisual 7/2010. Algunos de las asignaciones de canales TDT en 2010 fueron declarados nulos por el tribunal supremo porque fueron concedidos directamente a las emisoras existentes. Como resultado 9 canales se apagaron antes de mayo de 2014. Los nuevos multiplexados de TDT en el Real Decreto 805/2014, de 19 de septiembre, La aprobación del plan técnico de TDT fue otorgada por el concurso de belleza	First Come First Served

País	Órgano competente para la asignación del espectro	Organismo responsable de la asignación del espectro			Esquema preferido para la asignación de espectro		
		Móvil	Radiodifusión	Otro	Móvil	Radiodifusión	Otro
Suecia	Regulator- Post and Telecom Authority (PTS)	Regulator- Post and Telecom Authority (PTS)	Regulator- Post and Telecom Authority (PTS)	Regulator- Post and Telecom Authority (PTS)	Subasta	Concesión El espectro es asignado por PTS, a raíz de una solicitud, a las emisoras de radio y televisión a las que la Autoridad de Radiodifusión Sueca les ha otorgado licencias de transmisión (contenido)	First Come First Served
Suiza	Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications (DETEC)	Communication Commission (Comcom) & Federal Office of Communications (OFCOM)	Communication Commission (Comcom) & Federal Office of Communications (OFCOM)	Communication Commission (Comcom) & Federal Office of Communications (OFCOM)	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
Reino Unido	Ministerio- Departamento de cultura, Medios y Deportes	Office of Communications (Ofcom)	Office of Communications (Ofcom)	Office of Communications (Ofcom)	Subasta	Concurso de belleza	First Come First Served
Argentina	Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom)	Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom)	Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom)	Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom)	Concursos o subastas públicas	Concursos o subastas públicas	A demanda First Come First Served
Brasil	Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel)	Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel)	Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel)	Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel)	Subasta El gobierno estipuló metas de cobertura	Subasta El gobierno estipuló metas de cobertura Hubo una trampa en la adjudicación del espectro de 700 MHz, pues este no podría utilizarse sin antes retirar la transmisión de TV. Por ello, hubo un largo tiempo durante el cual los operadores pagaban por un espacio de espectro que no podían utilizar	Subasta El gobierno estipuló metas de cobertura
Chile	El ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) cumple con sus responsabilidades en el campo de las telecomunicaciones a través de la Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (Subtel)	Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (Subtel)	Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (Subtel)	Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (Subtel)	Subasta A cambio de precios bajos, los operadoras asumieron ciertas obligaciones con respecto a la cobertura y calidad de los servicios (2014) Concursos de belleza para 4G LTE (2017)	Subasta o concursos de belleza	Subasta o concursos de belleza
Colombia	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) con el apoyo de la Agencia Nacional del Espectro - ANE	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) con el apoyo de la Agencia Nacional del Espectro - ANE	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) con el apoyo de la Agencia Nacional del Espectro - ANE	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) con el apoyo de la Agencia Nacional del Espectro - ANE	Subasta	Subasta	Subasta

País	Órgano competente para la asignación del espectro	Organismo responsable de la asignación del espectro			Esquema preferido para la asignación de espectro		
		Móvil	Radiodifusión	Otro	Móvil	Radiodifusión	Otro
Costa Rica	Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) dentro de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) con consentimiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT)	Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) dentro de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) con consentimiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT)	Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) dentro de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) con consentimiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT)	Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) dentro de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) con consentimiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT)	Formatos abiertos de subasta de rondas múltiples o concursos públicos	Formatos abiertos de subasta de rondas múltiples o concursos públicos	Formatos abiertos de subasta de rondas múltiples o concursos públicos
Ecuador	Gobierno La Agencia de regulación y control de telecomunicaciones (ARCOTEL) propone valoraciones económicas para uso y asignación de espectro	Gobierno La Agencia de regulación y control de telecomunicaciones (ARCOTEL) propone valoraciones económicas para uso y asignación de espectro	Gobierno La Agencia de regulación y control de telecomunicaciones (ARCOTEL) propone valoraciones económicas para uso y asignación de espectro	Gobierno La Agencia de regulación y control de telecomunicaciones (ARCOTEL) propone valoraciones económicas para uso y asignación de espectro	Subasta	First Come First Served	First Come First Served
México	Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) con opinión técnica, no vinculante, del Ministerio de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) con opinión técnica, no vinculante, del Ministerio de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) con opinión técnica, no vinculante, del Ministerio de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) con opinión técnica, no vinculante, del Ministerio de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Subasta o concurso de belleza	Subasta o concurso de belleza	Subasta o concurso de belleza
Paraguay	Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)	Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)	Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)	Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)	Subasta	Subasta	Subasta
Perú	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	Subasta	A solicitud de parte o mediante concurso público.	Subasta
Estados Unidos	Federal Communications Commission (FCC), que administra el espectro para uso no federal. National Telecommunications and Information Administration (NTIA), que administra el espectro para uso no federal.	Federal Communications Commission (FCC)	Federal Communications Commission (FCC)	Federal Communications Commission (FCC) National Telecommunications and Information Administration (NTIA)	Subastas electrónicas simultáneas de rondas múltiples y ofertas de paquetes.	Subastas electrónicas simultáneas de rondas múltiples y ofertas de paquetes.	Subastas electrónicas simultáneas de rondas múltiples y ofertas de paquetes.
Canadá	Innovation, Science and Economic Development (ISED)	Innovation, Science and Economic Development (ISED)	Innovation, Science and Economic Development (ISED)	Innovation, Science and Economic Development (ISED)	Subasta	Formularios de Solicitud y Registro	Subasta
Uruguay	Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC)	Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC)	Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC)	Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC)	Subasta	Concurso Público y abierto previa realización de audiencia pública	Subasta