



“ASIGNACIÓN DE BANDAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ EN UN ESCENARIO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS”

**Trabajo de investigación presentado para optar el Grado Académico de
Magíster en Regulación y Gestión de Servicios Públicos**

Presentado por:

Elizabeth Rodríguez Armas

Javier More Sanchez

Asesor: Abel Rodríguez González

[0000-0001-6814-4121](tel:0000-0001-6814-4121)

Lima, febrero de 2021

Dedicatoria

A América y Wilfredo, mis padres, por enseñarme a confiar en mí y a encontrar las oportunidades, incluso en pandemia.

Elizabeth

A mis padres Justo y María, mi esposa Miluska y mi preciosa hija Sofía.

Javier

Agradecimiento

A quienes accedieron a ser entrevistados, profesionales con una amplia trayectoria en promoción de la inversión en telecomunicaciones, y que nos brindaron parte de su tiempo.

A nuestro asesor, el profesor Abel Rodríguez, quien con su valiosa orientación contribuyó al desarrollo del presente trabajo de investigación.

Resumen ejecutivo

El espectro radioeléctrico constituye uno de los insumos necesarios para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, en específico servicios inalámbricos, tanto móviles como fijos. De esta manera, los operadores de telecomunicaciones que deseen prestar estos servicios, con cualquier tecnología, requieren contar con una porción de espectro, el cual es asignado por el Estado.

Al respecto, es usual que los Estados usen procesos de subastas para asignar porciones de espectro radioeléctrico. De acuerdo con la teoría de subastas, existen diversos mecanismos para la asignación de bandas de espectro radioeléctrico: sobre cerrado a primer precio, sobre cerrado a segundo precio, subasta ascendente, múltiple ronda simultánea ascendente (SMRA), subasta de reloj combinatorio (CCA), entre otros. En el Perú, desde las primeras licitaciones de espectro, realizadas en los años noventa, se emplea el mecanismo de sobre cerrado, el cual también es usado para subastas en otros sectores como energía, carreteras, puertos, entre otros. Sin embargo, el mundo de las telecomunicaciones, a diferencia de otros sectores, se encuentra en constante evolución producto de la innovación tecnológica, por tanto, cabe plantearse si dado ello, sigue siendo adecuado que la asignación del espectro se realice bajo un esquema tradicional o es tiempo de migrar a otros esquemas de asignación.

El espectro radioeléctrico -en términos de rango de banda de operación y sobre todo ancho de banda, medido en Hertz (Hz)- usado para una determinada tecnología (por ejemplo, 3G) no necesariamente es el mismo para otras tecnologías (por ejemplo, 4G o 5G). En ese sentido, el objetivo principal del presente trabajo de investigación es evaluar el mecanismo actual de licitación usado en la asignación de bandas de espectro radioeléctrico para la prestación de servicios inalámbricos y proponer un nuevo mecanismo de subastas de espectro, acorde a un escenario de despliegue de nuevas tecnologías.

Para tal efecto, se analizan los últimos procesos de licitación realizados en el Perú, el impacto de las nuevas tecnologías en los procesos de licitación y se realiza una revisión de la experiencia internacional de los últimos procesos de licitación de espectro, sobre todo los enfocados en la tecnología 5G. Asimismo, se revisa la teoría de subastas aplicada a bandas de espectro radioeléctrico, información de entes especializados como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Asociación GSM (GSMA), organismos administradores de espectro de otros países, entre otros involucrados. En adición a ello, se realizan entrevistas a diez expertos nacionales e internacionales en materia de subastas de bandas de espectro radioeléctrico

y en procesos de promoción de la inversión en telecomunicaciones, lo cual permite contar con la visión de diversos actores de la industria.

Así, en base a la información obtenida, se realiza un análisis cualitativo multicriterio, el cual permitirá elegir el modelo más adecuado para el desarrollo de un proceso de licitación de bandas de espectro en un escenario de nuevas tecnologías. Para tal efecto, el modelo evalúa dos alternativas: i) mantener el esquema de sobre cerrado a una sola ronda, es decir, el esquema actual; y, ii) migrar hacia un esquema de múltiples rondas ascendentes. Asimismo, se plantean los siguientes criterios de evaluación del modelo: i) facilidad para realizar el proceso de licitación; ii) disminución de la asimetría de información; iii) asignación eficiente del recurso; y, iv) flexibilidad para asignar diversos tamaños de bloques de espectro.

En ese sentido, de la revisión de la experiencia internacional, la información académica en torno a las subastas de espectro, y sobre todo el análisis cualitativo multicriterio realizado, en el presente trabajo de investigación, se propone que, para las nuevas subastas de bandas de espectro, en especial para las que estén dirigidas al despliegue de nuevas tecnologías, se use un esquema de múltiples rondas ascendentes. Esto permitirá que se logre una asignación eficiente del recurso debido a que los postores tendrán más información sobre el valor del bien y podrán pujar por la cantidad de espectro que realmente requieren para implementar su modelo de negocio, debido a que los nuevos modelos permiten subastas de bloques de espectro con ancho de banda flexible.

Además, se propone que el modelo propuesto esté acompañado de: i) una adecuada valoración del espectro; ii) no tener un fin recaudatorio priorizando obligaciones de cobertura en base a un número índice (componente de expansión de cobertura y, de ser el caso, componente de retribución económica); y, iii) facilidades para el pago del espectro en plazos de 5 a 10 años.

Finalmente, se evalúan aquellas contingencias que podrían generarse al aplicar el modelo de subasta propuesto, y se proponen acciones que permitirán mitigar tales contingencias, considerando la experiencia de otros países.

Índice

Resumen ejecutivo	iv
Índice de tablas.....	viii
Índice de gráficos	ix
Índice de anexos	x
Lista de acrónimos y siglas	xi
Capítulo I. Planteamiento del problema	1
1. Antecedentes	1
2. Problema de investigación.....	6
3. Pregunta de investigación.....	7
4. Hipótesis	7
5. Objetivos	8
5.1. Objetivo general	8
5.2. Objetivos específicos	8
6. Justificación	8
7. Delimitación, limitaciones y alcance	10
Capítulo II. Marco teórico	11
1. Estado del arte	11
2. Revisión de la literatura y elección de una perspectiva teórica.....	13
3. Marco normativo	17
4. Marco conceptual	19
4.1. Características técnicas del espectro radioeléctrico	19
4.2. Definiciones de variables.....	20
Capítulo III. Marco metodológico	22
1. Enfoque de investigación	22
2. Alcance	22
3. Recolección de datos	23
Capítulo IV. Descripción, análisis y propuestas	25
1. Subastas de espectro realizadas en el Perú	25
1.1. Licitación de la banda AWS: Asignación no eficiente del recurso:	26
1.2. Licitación de la banda de 700 MHz: Precios de reserva elevados	28
2. Impacto de las nuevas tecnologías en la asignación del espectro.....	32

3. Análisis de las principales subastas internacionales de espectro para el despliegue de redes inalámbricas de última generación	35
3.1. Procesos de licitación 5G realizados en el 2019 y 2020	36
3.2. Procesos de licitación realizados en la región	41
3.3. Procesos de licitación 5G con bases publicadas.....	44
4. Modelo cualitativo para evaluar los esquemas de asignación de espectro	45
4.1. Aspectos analizados para la selección de los criterios del modelo cualitativo	46
4.1.1. Facilidad para realizar los procesos de licitación.....	46
4.1.2. Asimetría de información y descubrimiento de precios	47
4.1.3. Asignación eficiente del recurso	48
4.1.4. Naturaleza del espectro como múltiple objeto	50
4.1.5. Maldición del ganador.....	52
4.2. Criterios para la comparación de los mecanismos de litación de espectro	53
4.3. Puntajes y ponderación para realizar el análisis multicriterio	54
4.4. Asignación de puntajes a cada criterio.....	55
5. Resultados del modelo cualitativo multicriterio y validación de la hipótesis.....	56
6. Propuestas para la licitación de bandas de espectro en el Perú	57
6.1. Propuesta referente al modelo de subasta	57
6.2. Propuestas adicionales para ser usados en los futuros procesos de licitación	58
6.3. Acerca de los cambios legales requeridos para implementar un nuevo esquema de subastas de espectro	60
6.4. Riesgos que deben ser mitigados al implementar el esquema de licitación propuesto	62
Conclusiones y recomendaciones	64
1. Conclusiones	64
2. Recomendaciones.....	65
Bibliografía	66
Anexos.....	74
Notas biográficas	89

Índice de tablas

Tabla 1. Esquema actual y los nuevos modelos de licitación de espectro.....	5
Tabla 2. Principales características de los diversos modelos de licitación del espectro	16
Tabla 3. Velocidades de Banda Ancha en el Perú	18
Tabla 4. Requerimientos de espectro por tecnología	19
Tabla 5. Entrevistas realizadas a expertos (en orden de entrevista)	23
Tabla 6. Subastas de espectro en el Perú	25
Tabla 7. Cobertura móvil 4G a nivel distrital	31
Tabla 8. Velocidades para 4G y 5G considerando diferentes anchos de banda	33
Tabla 9. Licitaciones 5G en USA.....	37
Tabla 10. Licitación de espectro 5G en Grecia.....	40
Tabla 11. Proceso de licitación de espectro en Chile.....	45
Tabla 12. Análisis cualitativo multicriterio	56

Índice de gráficos

Gráfico 1. Incremento del consumo de tráfico móvil en el Perú (en Peta Bytes).....	9
Gráfico 2. Modelos de asignación de espectro	12
Gráfico 3. Topes de espectro	18
Gráfico 4. Rangos de frecuencia para 5G según el Grupo 3GPP	20
Gráfico 5. Línea de tiempo de las subastas de bandas espectro	26
Gráfico 6. Detalles del proceso de licitación de la banda AWS.....	27
Gráfico 7. Aspectos clave del proceso de licitación de la banda de 700 MHz en el Perú	28
Gráfico 8. Inversión en Telecomunicaciones y pagos por adjudicación de espectro	29
Gráfico 9. Precios de reserva del espectro de cobertura y capacidad (2010-2018)	30
Gráfico 10. Primeros despliegues de tecnologías móviles	32
Gráfico 11. Ejemplo de despliegues de 4G usando 20+20 MHz y 10+10 MHz	34
Gráfico 12. Uso del MIMO en las antenas para 5G.....	35
Gráfico 13. Resultados de la licitación 5G en Alemania	36
Gráfico 14. Evolución de los precios por bloque en la licitación 5G de Alemania	37
Gráfico 15. Resultados de la licitación 5G en Francia.....	38
Gráfico 16. Francia: Reglas de la subasta de 310 MHz de la banda de 3.4 a 3.8 GHz.....	39
Gráfico 17. Evolución de los diversos mecanismos de subasta en Francia.....	39
Gráfico 18. Resultados de la licitación 5G en Grecia	40
Gráfico 19. Asignación directa de espectro 5G en Nueva Zelanda.....	41
Gráfico 20. Subasta de las bandas de 700 MHz, 1900 MHz y 2.5 GHz en Colombia	42
Gráfico 21. Licitación de la banda AWS en México	43
Gráfico 22. Comparación de la rapidez del proceso de licitación	47
Gráfico 23. Propuesta de licitación de la banda AWS realizada en el año 2013*	49
Gráfico 24. Espectro como bien de múltiple objeto.....	51
Gráfico 25. Análisis multicriterio	56

Índice de anexos

Anexo 1. Mapas de cobertura móvil 4G.....	75
Anexo 2. Resumen de las entrevistas realizadas a expertos.....	86

Lista de acrónimos y siglas

1G, 2G, 3G, 4G, 5G, 6G	: Generaciones de tecnologías móviles
3GPP	: Proyecto Asociación de Tercera Generación
AM	: Amplitud Modulada
ANATEL	: <i>Agência Nacional de Telecomunicações</i>
ARCEP	: <i>Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes</i>
AWS	: Advanced Wireless Services
CA	: Agregación de Portadoras
CCA	: Subasta de Reloj Combinatorio
CCPP	: Centros Poblados
COPRI	: Comisión de Promoción de la Inversión Privada
EBC	: Estación Base Celular
EETT	: <i>Hellenic Telecoms and Post Commission</i>
FCC	: Comisión Federal de Comunicaciones
FDD	: Duplexaje por División de Frecuencia
FM	: Frecuencia Modulada
FR1 - FR2	: Rango de Frecuencia 1 - Rango de Frecuencia 2
GB	: Giga Byte
GHz	: Giga Hertz
GSA	: Global mobile Suppliers Association
GSMA	: Asociación GSM (Global System for Mobile communication)
Hz	: Hertz (unidad de medida de la frecuencia)
IFT	: Instituto Federal de Telecomunicaciones
IMT	: Comunicaciones Móviles Internacionales
kHz	: Kilo Hertz
LTE	: Long Term Evolution
Mbps	: Mega bits por segundo
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas
MHz	: Mega Hertz
MIMO	: Múltiple Entrada Múltiple Salida
MINTIC	: Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NTIA	: National Telecommunications and Information Administration
OFCOM	: Oficina de Comunicaciones – Reino Unido
OSINERGMIN	: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
OSIPTEL	: Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones
OPIP	: Organismo Promotor de la Inversión Privada
PNAF	: Plan Nacional de Atribución de Frecuencias
PNIC	: Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad
PNUD	: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PUV	: Precio Unitario de la Banda
SAA	: Subasta simultanea ascendente
SMRA	: Múltiple Ronda Simultánea Ascendente
SUBTEL	: Subsecretaría de Telecomunicaciones
TDD	: Duplexaje por División de Tiempo
UHF	: Frecuencia Ultra Alta
UIT	: Unión Internacional de Telecomunicaciones
VHF	: Frecuencia Muy Alta
WRC	: Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones

Capítulo I. Planteamiento del problema

1. Antecedentes

De acuerdo con la normativa peruana, el espectro radioeléctrico es un recurso natural, patrimonio de la nación, administrado por el Estado por medio del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Asimismo, desde el punto de vista de ingeniería, el espectro radioeléctrico es el medio que permite el transporte de las señales de telecomunicaciones, para poder llevar los servicios hacia los usuarios. Así, para que los operadores de telecomunicaciones puedan ofrecer sus servicios (por ejemplo, Telefonía Móvil, Internet Móvil e Internet Fijo Inalámbrico) requieren contar, además del título habilitante (es decir, de la respectiva concesión), con la asignación de un determinado ancho de banda, medido en Hertz (Hz), en una o más bandas de espectro radioeléctrico.

En el Perú, los procesos de licitación para la asignación del espectro, al igual que otras concesiones de diversos sectores, se encuentran a cargo de Proinversión. En efecto, históricamente, en todas las asignaciones de espectro realizadas mediante concurso público, se ha contado con la participación de Proinversión (en su momento, PROMCEPRI). El primer proceso de licitación de espectro radioeléctrico tuvo lugar el año 1998, por el cual se adjudicaron 10+10 MHz de espectro en la banda de 850 MHz a nivel nacional, por un monto de 35.1 millones de dólares (Proinversión, 2017).

Se observa que, a la fecha, el esquema de licitación utilizado para asignar bandas de espectro es el mismo que se usa desde 1998 y es el mismo que se usa en otros tipos de concesiones (puertos, carreteras, líneas de transmisión eléctrica, entre otros). Así, las subastas de espectro emplean el mecanismo de sobre cerrado de una ronda, en el que los participantes pueden ganar un determinado bloque de espectro a base de la apertura de 3 sobres (por ejemplo, revisar la subasta de la banda de 1700/2100 MHz)¹:

- **Sobre No. 01:** Contiene documentos mediante los cual los postores declaran que cumplen con los requisitos técnicos, legales y financieros para poder participar del proceso de licitación.

¹ Para más información sobre el citado proceso de licitación, revisar:
<https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaProyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=5599>

- **Sobre No. 02²:** Contiene documentos mediante los cuales los postores declaran que se sujetan a las bases y al contrato, además de la Garantía de Validez, Vigencia y Seriedad de la Oferta.
- **Sobre No. 03:** Es el que contiene la Oferta elaborada en base a los factores de competencia del proceso de promoción, y es el que finalmente determinará el postor a quien se adjudica una determinada porción del espectro. Al respecto, cabe notar que, en algunos procesos de licitación de espectro, el único factor de competencia ha sido la oferta económica ofrecida por el postor con respecto al precio base, estimado por Proinversión en base a la información que elabora y supuestos que asume.

Lo anterior muestra que, en la práctica, las adjudicaciones de espectro en el Perú se otorgan al operador que realiza el pago más alto por la banda de espectro (el cual puede ser mayor o igual al precio base), siendo que el precio final se decide en una única ronda, sin obtener más información del mercado. Además, se ha observado que los bloques que se ponen en puja son fijos (es decir tienen una determinada cantidad de MHz de ancho de banda) y no se ofrece la flexibilidad para que el operador puje por un bloque menor según el valor que le asigna al bien. Estos hechos finalmente podrían traer como resultado que un operador pague por espectro, pero que, en la práctica, tal como se describirá en los capítulos posteriores, no haga un uso eficiente del mismo, o que lo use solo en aquellas partes del territorio nacional en las que son atractivas para su caso de negocio, o que no pueda participar en el proceso de licitación en la medida que la cantidad de espectro ofertada lo deja fuera del juego.

Si bien a la fecha, esta situación no ha sido tan relevante en la gestión del espectro, dadas las características de las tecnologías que hasta ahora se han empleado, con la entrada en el mercado de la tecnología 5G, y en su momento el 6G, esta problemática se acentuaría dado que estas tecnologías, a diferencia de las predecesoras, pueden implementarse con anchos de banda por encima de los 100 MHz e inclusive con anchos de banda superiores a los 400 MHz.

Sobre el particular, la UIT³, mediante Recomendación ITU-T M.1036-6, ha identificado los arreglos de frecuencias para las bandas de espectro que permiten la implementación de las

² Cabe mencionar que, en el proceso de promoción del Sistema de tratamiento de las aguas residuales de la cuenca del Lago Titicaca, adjudicado en el año 2019, como parte del Sobre No. 2 se requirió la presentación de una propuesta técnica, la cual fue materia de evaluación por un Comité a efectos de verificar que la solución técnica cumpliera con el Objeto y Alcance del Proyecto y las condiciones estipuladas en las Bases y la Versión Final del Contrato de Concesión, no siendo materia de puntuación alguna.

³ La UIT es el ente rector mundial del sector telecomunicaciones, que pertenece a la Organización de las Naciones Unidas (en adelante, ONU), que entre otras cosas tiene como objetivo generar armonía en la gestión internacional del espectro. Al respecto, todas las disposiciones en materia de espectro son recogidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones, que es el documento que contiene los acuerdos adoptados en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (en adelante, WRC), y por tanto es un documento de índole supranacional, que es adoptado por el Estado peruano mediante normativa específica emitida por el MTC (UIT, 2020b).

tecnologías IMT (Telecomunicaciones Móviles Internacionales) (UIT, 2020a)⁴. Asimismo, en la última Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (WRC), llevada a cabo el 2019 (WRC-2019), se identificaron nuevas bandas de espectro, específicamente en el rango de ondas milimétricas, es decir en bandas que se encuentran por encima de los 25 GHz, para la implementación de tecnologías IMT (UIT, 2019).

Asimismo, la UIT señala que existen múltiples formas de asignar el espectro radioeléctrico, siendo finalmente cada Estado el que decide el mecanismo que mejor se adapte a sus políticas. Al respecto, se ha encontrado que, desde hace más de veinte años, en otras latitudes, los organismos encargados de la licitación de espectro vienen usando diversos mecanismos de asignación de este recurso. De la revisión internacional se observa que algunos países no usan el esquema de sobre cerrado a primer precio, sino más bien subastas de tipo combinatorio y/o de múltiples rondas, incluso desde cuando se trataba de licitaciones de espectro para el despliegue de tecnologías 2G y 3G.

En efecto, (More & Argandoña, 2019), en un documento de trabajo publicado por el OSIPTEL, señalan que “(...) 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”. Asimismo, (Pacheco, Argandoña, & Aguilar, 2013), en otro documento de trabajo publicado por el OSIPTEL, señalan que “(...) se podría evaluar también la inclusión de un sistema de rondas en el diseño del proceso de licitación, de manera que en la primera ronda solo participen nuevos operadores que no tengan presencia en el mercado y, de no haber interesados, en una segunda ronda participarían los operadores establecidos”. Dichos documentos evidencian que se requiere evaluar el mecanismo actual de subastas de espectro.

Por su parte el MTC en noviembre de 2020, mediante Resolución Ministerial No. 0796-2020-MTC/01.03, publicó el Documento de Trabajo denominado “*Propuesta de asignación de bandas de frecuencia 3.5 GHz, y 26 GHz e Identificación de la banda de frecuencia de 6 GHz para el desarrollo de servicios y tecnologías digitales 5G y más allá*”, en el que plantea para comentarios de la industria, entre otras cosas, que para la asignación de las bandas de 3.5 GHz y 26 GHz se use una subasta combinatoria de reloj (MTC, 2020a). Asimismo, en el informe que eleva el citado Documento de trabajo del MTC (Informe No. 0865 -2020-MTC/26) se señala que “*La asignación de espectro para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones que promuevan el despliegue de redes inalámbricas de alta velocidad, fundamentalmente de 5G o tecnologías superiores, será efectuada por el MTC mediante el desarrollo una subasta combinatoria de reloj*

⁴ Cabe precisar que, tal como se señalará más adelante, las tecnologías IMT son aquellas que permiten la prestación de servicios inalámbricos, y son conocidas en el mundo inalámbrico mediante los términos 2G, 3G, 4G y 5G.

(...)” (MTC, 2020b). Cabe señalar que previamente, en el año 2018, en un informe que sustentó el Proyecto de Decreto Supremo que aprueba la Norma que Regula el Arrendamiento de Bandas de Frecuencias (Informe No 566-2018-MTC/26), el MTC realizó una revisión teórica de los diversos mecanismos de subastas de espectro, pero no se emitió posición sobre una u otra (MTC, 2018a).

Asimismo, en un informe elaborado por Apoyo Consultoría para Telefónica del Perú, se señala que “(...) *el diseño de subastas simultáneas es el mejor, pues permite contrarrestar los problemas de incertidumbre y falta de información*”, y en contraste señala que “*las subastas (...) simultáneas traen un mayor riesgo de estrategias colusorias.*” (Apoyo Consultoria, 2019). Lo anterior también evidencia que se requiere realizar un análisis exhaustivo de aplicarse nuevos modelos de subasta de espectro en el caso peruano.

En la misma línea, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), que es el administrador del espectro en México, señala que los mecanismos de reloj combinatorio (CCA) y SMRA son aquellos que permiten resolver de mejor manera el problema de exposición, el cual consiste en que un postor se adjudica un bien, pero que el mismo no necesariamente maximiza su beneficio (IFT, 2018).

Por otro lado, cabe mencionar que, en la contratación pública, en general, se busca que las entidades gubernamentales puedan obtener la oferta más ventajosa, logrando la protección a los intereses públicos y recursos gubernamentales (Ivanega, 2011). Para ello, la doctrina (Harrison V. & Muñoz L., 2011) afirma que una subasta bien diseñada se caracteriza fundamentalmente por la eficiencia y la transparencia, así la transparencia se logra cuando los criterios de asignación son lo suficientemente claros, lo cual se evidencia cuando la asignación de un bien o servicio se realiza basándose en reglas objetivas. Asimismo, para diseñar adecuadamente un proceso de subasta se debe considerar la estructura del mercado y la propia conducta de los agentes, lo que asegurará una asignación eficiente de los recursos.

Asimismo, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha venido advirtiendo sobre la necesidad de emplear un enfoque basado en los derechos humanos al momento de diseñar políticas públicas, y por lo tanto de adoptar decisiones al interior de los Estados, para lo cual incorpora “*el concepto de desarrollo humano como un concepto de desarrollo que va mucho más allá del ingreso y crecimiento económico para abarcar las potencialidades y capacidades de la población*” (Bregaglio Lazarte, Constantino Caycho, & Chávez Irigoyen, 2014). De manera complementaria a ello, cabe mencionar que el proceso de desarrollo resulta necesario para evitar la pobreza humana; para lo cual, el respeto y garantía de los derechos humanos permite evitar tal

situación de pobreza, en la medida que dichos derechos sean reconocidos como un estándar mínimo de satisfacción de condiciones para la vida. De esta manera, un “Enfoque Basado en Derechos Humanos” reconoce los siguientes cuatro (4) principios esenciales que permiten operativizar otros derechos, sin que ello signifique una relación de jerarquía: Igualdad y no discriminación, participación e inclusión, Acceso a la información y acceso a la justicia.

De esta manera, surge la necesidad que las políticas públicas en materia de telecomunicaciones adopten este enfoque al momento de decidir el objetivo que busca al asignar espectro, es decir si ello se realiza con un fin recaudatorio o se realiza a efectos de buscar el desarrollo y bienestar de los ciudadanos. Al respecto, cabe acotar que conforme se indica en el Documento de Trabajo del MTC, aprobado por Resolución Ministerial No. 0796-2020/01.03, se indica que en los modelos de concurso debe priorizarse la cobertura a las zonas desatendidas sobre la recaudación fiscal, estableciéndose claramente el objetivo que se debe buscar en los procesos de promoción. Ello evidencia una mejora en la política de asignación de espectro a fin de continuar garantizando un uso más eficiente y eficaz de los fondos públicos; ello, en línea con lo planteado por la Unión Europea en las nuevas Directivas emitidas sobre contratos públicos, las cuales se enmarcan en la Estrategia Europa 2020: para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, en el sentido que se ha planteado una visión de privilegiar la cobertura antes que un fin recaudatorio.

Lo señalado en los párrafos previos, tal como se muestra en la Tabla 1, pone en evidencia que los mecanismos actuales de asignación de espectro usados en el Perú requieren ser revisados, sobre todo cuando las nuevas tecnologías, tales como el 5G, presentan una mayor flexibilidad para su implementación con diversos anchos de banda. Ello, más aún cuando el MTC ha publicado para comentarios un Documento de Trabajo, en el que plantea que por primera vez se use en el Perú un esquema combinatorio de reloj. En ese sentido se requiere evaluar si resulta eficiente seguir manteniendo el esquema actual o si es momento, dada la coyuntura tecnológica, de migrar a esquemas que podrían resultar más eficientes para los operadores (establecidos y entrantes) y por ende para los consumidores de los servicios públicos de telecomunicaciones inalámbricas.

Tabla 1. Esquema actual y los nuevos modelos de licitación de espectro

Ítem	Esquema actual de subasta de espectro	Nuevos esquemas de subasta de espectro
Rondas	Una sola ronda. En algunos casos, secuencial.	Múltiples rondas hasta que la demanda sea igual o menor que la oferta.
Precio del bien	El precio base lo pone el Estado, luego el precio final lo pone el mercado en una sola ronda.	El precio base lo pone el Estado, pero luego se migra al precio del mercado por medio de múltiples rondas (descubrimiento de precios).

Ítem	Esquema actual de subasta de espectro	Nuevos esquemas de subasta de espectro
Asimetría de información	Incrementa.	Disminuye.
Flexibilidad para definir los anchos de banda a ser licitados	Ancho de banda fijo.	Ancho de banda flexible, óptimo para nuevas tecnologías.
Participación	Puede limitar la participación de postores.	Fomenta la participación de más postores.
Factor de competencia	Puede ser precio + cobertura	Puede ser precio + cobertura

Elaboración: Propia.

2. Problema de investigación

Para la prestación de servicios inalámbricos se requiere necesariamente que los operadores cuenten con una determinada cantidad de espectro radioeléctrico. Al respecto, como se ha indicado en la sección 1 del presente capítulo, se ha encontrado que el mecanismo de asignación de espectro utilizado en el Perú es mediante concurso público en la modalidad de sobre cerrado con una sola ronda. No obstante, en la medida que las nuevas tecnologías inalámbricas, en específico la tecnología 5G, presenta una mayor flexibilidad en el uso del espectro (sobre todo en la cantidad de ancho de banda que requiere para ser implementado), frente a las tecnologías predecesoras como 3G y 4G, resulta oportuno evaluar si el esquema actual de asignación de espectro es el más adecuado para un escenario de nuevas tecnologías y coadyuva con la expansión de la cobertura, o si cabe aplicar nuevos mecanismos de asignación de espectro.

En los procesos de licitación existe un limitado conocimiento de la valoración del espectro (conocido como PUV). Debido a la asimetría de información, tanto por parte del Estado como por parte de los postores, el precio del espectro que fija el Estado no necesariamente reflejará la valoración que los operadores hacen por este bien, dado que el precio se estima de una investigación previa de mercado, realizada por consultores basada en supuestos. Pudiendo darse el caso que el operador participe en el proceso por todo un bloque de espectro pese que solo le interesa una parte de este, porque no le queda otra alternativa, o que no participe debido a que la valoración que este tiene por el recurso está muy por encima de su disposición a pagar. Por otro lado, una vez concluido el proceso, el Estado desconoce si el monto que pagaron los adjudicatarios fue el que realmente el mercado estaba dispuesto a pagar.

Asimismo, los modelos de una sola ronda a sobre cerrado no contribuyen a que los postores realicen ofertas por una cantidad flexible de bloques, que se adecue a su modelo de negocio, ello, debido a que la cantidad de bloques que se puede asignar un operador son fijos y no pueden ser modificados. Así, podría darse el caso de que un operador no le interese participar en el proceso

de promoción debido a que la cantidad de espectro ofertado no se encuentra acorde a su plan de inversiones, y por lo tanto el valor que le asigna al espectro puesto en subasta es menor al beneficio esperado por lo que preferiría no ingresar al mercado con una nueva tecnología, perdiéndose la oportunidad de generar mayor competencia por el bien ofertado.

Por otro lado, de acuerdo con la información de cobertura móvil presentada por (OSIPTEL, 2020c) y (More & Argandoña, 2020), se evidencia que el 89.5% de población cuenta con cobertura móvil de alguna tecnología (tal como 2G, 3G o 4G), mientras que el 86.3% de población cuenta con cobertura de Internet móvil por medio de tecnologías 3G o 4G, siendo que solo el 79.1% de la población peruana cuenta con cobertura móvil 4G, es decir que puede navegar con planes de velocidad de 5 Mbps (lo cual implica, una velocidad mínima garantizada de 2 Mbps). En el Anexo 01 se presentan mapas detallados de cobertura 4G por operador, en los que se evidencia que diversas zonas del Perú no cuentan con cobertura móvil 4G.

Así, en la medida que una valoración no adecuada del espectro debido a la asimetría de información -lo cual, tal como se desarrollará más adelante, podría llevar a que los operadores involucren montos importantes de inversión solo para adquirir el derecho de uso del espectro-, y una oferta de bloques fijos -que trata a todos los operadores como si tuvieran el mismo esquema de negocios-, podría tener como consecuencia que la masificación de la cobertura inalámbrica no sea la esperada, y que además no se promueva la competencia en el sector, se requiere evaluar el actual mecanismo usado para la asignación del espectro, y de ser el caso usar otro modelo de licitación.

3. Pregunta de investigación

Considerando las recomendaciones existentes en diversos documentos de trabajo, la teoría de subastas, la casuística internacional, y el escenario de nuevas tecnologías, ¿es necesario modificar el actual esquema utilizado en los procesos de licitación de bandas de espectro radioeléctrico?

4. Hipótesis

El mecanismo actual utilizado para las subastas de espectro radioeléctrico que permiten la prestación de servicios inalámbricos no resulta adecuado para los nuevos procesos de licitación en un escenario de nuevas tecnologías.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

- Evaluar el mecanismo actual de licitación de bandas de espectro para la prestación de servicios móviles y fijos inalámbricos, y proponer un mecanismo de licitación acorde a un escenario de nuevas tecnologías.

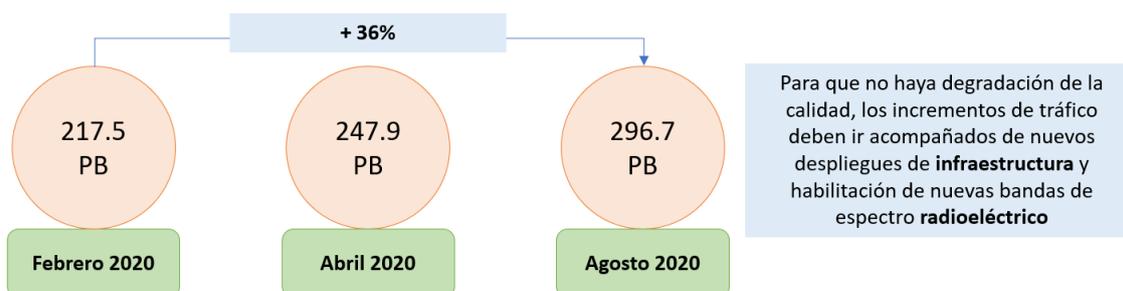
5.2. Objetivos específicos

- Describir el sistema actual de licitación de bandas de espectro para la prestación de servicios móviles y fijos inalámbricos.
- Evaluar el impacto de las nuevas tecnologías en el diseño de procesos de licitación de bandas de espectro.
- Realizar una revisión de las últimas experiencias internacionales en materia de subastas de espectro.
- Diseñar un modelo cualitativo que permita evaluar el escenario de licitación de bandas de espectro que mejor se adecua a un escenario de nuevas tecnologías.
- Usar el modelo cualitativo para comparar el esquema actual de licitación frente a los nuevos modelos de subastas.
- Identificar y proponer oportunidades de mejora al esquema de licitación de bandas de espectro.

6. Justificación

Telecomunicaciones es un sector de gran importancia para el desarrollo del país, lo cual se evidencia con la relevancia que ha cobrado este sector en un escenario de pandemia mundial de COVID-19. En efecto, las telecomunicaciones, en especial el servicio de acceso a Internet, sirven de soporte para el teletrabajo, teleeducación, telesalud, el gobierno electrónico, entre otros, garantizando el ejercicio de los cuatro principios fundamentales reconocidos por el “Enfoque Basado en Derechos Humanos”. Sin embargo, el uso intensivo de tales aplicaciones ha ocasionado que se tenga incrementos importantes del tráfico de Internet móvil, tal como se señala en el Gráfico 1, para lo cual se debe desarrollar políticas que promuevan el despliegue de infraestructura y la asignación de nuevas bandas de espectro.

Gráfico 1. Incremento del consumo de tráfico móvil en el Perú (en Peta Bytes)



Elaboración: Propia, usando datos del (MTC, 2020c).

Por otro lado, de acuerdo con el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC), aprobado mediante Decreto Supremo No. 238-2019-EF, en el corto plazo (5 años), el sector Telecomunicaciones presenta una brecha de más de 12 000 millones de soles, mientras que para el largo plazo (20 años), se estimó una brecha de más de 20 000 millones de soles. Así, el sector telecomunicaciones se encuentra en cuarto lugar, por debajo de sectores como Transporte, Saneamiento y Salud (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019).

Asimismo, de acuerdo con lo indicado en la sección 1 del presente capítulo, el espectro radioeléctrico es un recurso necesario para que los operadores ofrezcan servicios públicos de telecomunicaciones inalámbricos. Además, tal como se describirá en la sección 2 del capítulo II del presente trabajo de investigación, de acuerdo con la teoría de subastas, existen diversas formas de asignar el espectro y por tanto es importante analizar cuál es la estrategia de subasta que un Estado debe adoptar en un escenario de nuevas tecnologías. Ello, más aún cuando el mecanismo usado para la asignación de espectro impacta en la valorización del bien, el número de postores, la cantidad de espectro asignada, la cobertura, la inversión en infraestructura, la competencia en el sector, entre otras variables.

De la revisión realizada se evidencia que tanto el OSIPTEL y, últimamente, el MTC han publicado documentos de trabajo en el que proponen migrar hacia nuevos modelos de subasta, en efecto en el documento más reciente publicado por el MTC se propone para comentarios una propuesta de nuevo modelo de licitación (subasta combinatoria de reloj). Sin embargo, no se ha encontrado un análisis que desde una perspectiva cualitativa o cuantitativa evalué la problemática de los procesos de subasta (culminados y futuros), y tomando en consideración aspectos de la teoría de subastas, revisión internacional, entre otros, determine cual es el esquema que resultaría más adecuado para ser aplicado en el Perú en un escenario de nuevas tecnologías como es el 5G.

En ese sentido, dada la importancia del sector telecomunicaciones, el presente trabajo de investigación es relevante en la medida que se busca evaluar desde una perspectiva académica, la

pertinencia de continuar con el esquema actual de licitación de bandas de espectro o de ser el caso, usar otros mecanismos que se ajusten a un escenario de despliegue de nuevas tecnologías. Así, el presente trabajo contribuye a generar una posición académica y aporta conocimiento sobre las subastas de bandas de espectro radioeléctrico en el Perú, las cuales, tal como se describe en las secciones 1.1 y 1.2 del capítulo IV del presente trabajo, han presentado ciertas ineficiencias.

7. Delimitación, limitaciones y alcance

En el presente trabajo de investigación se evalúan los mecanismos de asignación, por medio de un proceso de licitación de las bandas de espectro que permiten la implementación de servicios móviles (tales como telefonía móvil e Internet móvil) y fijos inalámbricos (tales como telefonía fija inalámbrica e Internet fijo inalámbrico), los cuales se ofrecen por medio de las tecnologías IMT, tal como ha sido definido a nivel internacional por la UIT y a nivel nacional por el MTC en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF).

En ese sentido, en el presente trabajo de investigación no se toma en cuenta a las bandas de espectro radioeléctrico usadas para la prestación de otros servicios, tales como radioenlaces con tecnologías punto a punto (también conocidos como enlaces microondas), enlaces punto a punto o punto a multipunto usando bandas no licenciadas (2.4 GHz, 5 GHz u otras), radio AM (Amplitud Modulada), radio FM (Frecuencia Modulada), televisión analógica/digital, servicios satelitales, entre otros.

Capítulo II. Marco teórico

1. Estado del arte

De acuerdo con (Beltrán, 2019a), la primera subasta de bandas de espectro en el mundo se realizó en 1990 en Nueva Zelanda para asignar frecuencias que se usarían en el servicio de telefonía móvil, usando un modelo de segundo precio. Asimismo, en 1994 la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) estableció un sistema de subastas para la asignación de las bandas de espectro (FCC, 2020a), basado en el trabajo de los profesores de la universidad de Stanford, Paul Milgron y Robert Wilson⁵. Desde los primeros procesos de subastas se ha generado una fuerte discusión académica referente a cuál debe ser el mecanismo que se debe utilizar para subastar el espectro radioeléctrico (Bichler & Goeree, 2017).

La UIT señala que existen tres modelos generales para el proceso de asignación de espectro (UIT, 2016):

- Modelo de comando y control: Modelo en el que el regulador asignaba bandas de espectro en conjunto con un juez.
- Modelo orientado al mercado: Considera la ejecución de procesos de subasta.
- Modelo de uso general: Se trata de una liberalización del espectro.

El modelo de Comando y Control fue implementado en los primeros años de la radio, cuando surgieron muchas estaciones y se tenía la necesidad de poner cierto orden en las transmisiones para así evitar interferencias entre sí. Inclusive antes de la existencia de la radio, las estaciones radiotelegráficas, a inicios del siglo XX, requerían que cada una transmita a una frecuencia distinta para evitar interferencias. Para el caso peruano este modelo se ajusta, en parte, al antiguo modelo de asignación de espectro “a solicitud de parte”⁶, mediante el cual los operadores realizan un trámite administrativo para asignarse la banda, sin la necesidad de realizar un proceso de licitación. Dentro de este modelo también se encuentra la asignación de espectro por medio de “concursos de belleza”, de tal forma que se entrega el espectro al operador que presente un mejor plan de cobertura

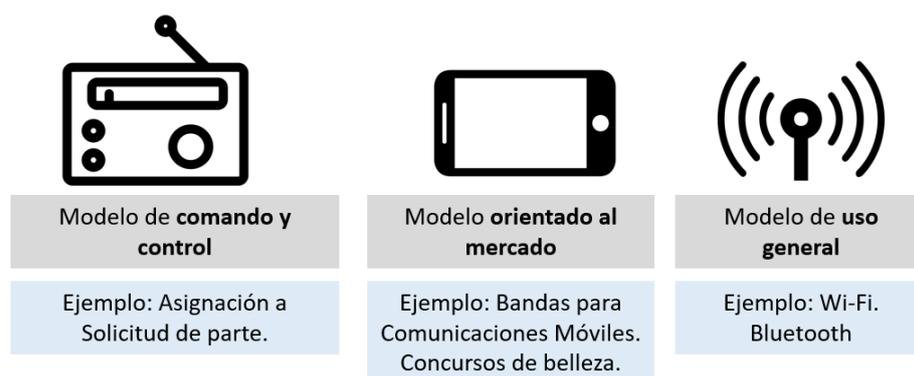
⁵ Paul Milgron y Robert Wilson ganaron el premio Nobel de Economía en el 2020 por su contribución a la mejora de los procesos de subasta: <https://www.nobelprize.org/uploads/2020/09/advanced-economicsciencesprize2020.pdf>

⁶ Por ejemplo, BEREC (*Body of European Regulators for Electronic Communications*) hace referencia a este modelo, denominándolo “*Primero en llegar, primero en servirse*”. Para mayor detalle, revisar: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8314-berec-report-on-practices-on-spectrum-au_0.pdf

El modelo orientado al mercado, es decir, que la asignación del espectro tenga lugar por medio de procesos de subastas fue propuesto por Ronald Coase⁷ en 1959 al definir el espectro como una propiedad. Los expertos de la época indicaron que Coase era un “*ignorante*” de los aspectos de ingeniería relacionados al espectro radioeléctrico, indicando que el “*aire no podía ser definido como una propiedad*” (Hazlett, Porter, & Smith, 2011). Sin embargo, la historia le daría la razón a Coase cuando en 1993 el Congreso de Estados Unidos autorizó a la FCC para llevar a cabo un proceso de licitación del espectro. En efecto, a la fecha el modelo de asignación por medio de subastas es el que se usa ampliamente a nivel mundial, incluido el Perú para el caso de las bandas de espectro usados en la prestación de servicios móviles. Cabe precisar que, y tal como lo señala (UIT, 2016), este modelo también contempla el desarrollo de procesos de licitación que contienen componentes de “concursos de belleza”.

Por último, se tiene al modelo de uso general, el cual plantea un enfoque con una regulación mínima. Como un ejemplo se tiene a las bandas de espectro no licenciadas, tales como la banda de 915 MHz-928 MHz, 2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz las cuales permiten el funcionamiento de tecnologías como el Wi-Fi, el Bluetooth, entre otras. En efecto, en el Perú algunas de estas bandas están reconocidas en el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones como bandas no licenciadas (MTC, 2007).

Gráfico 2. Modelos de asignación de espectro



Elaboración: Propia, usando información de la UIT.

Así, la teoría económica señala que, y en efecto lo que se ha visto en la práctica desde los años 90, para la asignación de bandas de espectro utilizadas para la prestación de servicios inalámbricos (fijos y móviles), en su mayoría use el mecanismo orientado al mercado, es decir el que usa subastas. No obstante, existen muchos tipos de subasta, siendo que cada una tiene sus propias

⁷ Ronald Coase fue Nobel de Economía en 1991 por su trabajo sobre los derechos de propiedad.

particularidades. La doctrina (Irrázabal PH. & Araya J., 2011) delimita las subastas de la siguiente manera:

- La subasta ascendente (subasta inglesa).
- La subasta descendente (subasta holandesa).
- La subasta en sobre cerrado, primer precio.
- La subasta en sobre cerrado, segundo precio.

En esa línea, la UIT señala que los administradores de espectro de cada país son los que finalmente deben decidir el método de subasta a ser utilizado, (UIT, 2017). Así, se indican los siguientes ejemplos (UIT, 2016):

- Sobre cerrado a primer precio.
- Sobre cerrado a segundo precio.
- Ascendente (inglesa).
- Descendente (holandesa).
- Rondas sucesivas.
- Simultanea ascendente de rondas sucesivas.

De acuerdo con (Tapia, 2019), las subastas pueden calificarse como subastas de un solo objeto y subastas de múltiples lotes u objetos. Para el caso de las subastas de un solo objeto, señala las siguientes: i) sobre cerrado a primer precio; ii) sobre cerrado a segundo precio; y, iii) ascendente (inglesa). En el caso de las subastas de múltiple objeto se señalan las siguientes: i) subasta de múltiples rondas simultáneas ascendentes (SMRA); ii) subasta simultanea ascendente (SAA); y, iii) subasta de reloj combinatorio (CCA). En efecto (Bonifaz, 1999) también señala que, desde una perspectiva de la teoría de subastas, existen dos grandes mundos: cuando se tiene un único objeto y cuando se tiene múltiples objetos por subastar.

Cabe señalar que (Bichler & Goeree, 2017) en su *Handbook* de diseño de subastas de espectro, analizan, desde la perspectiva de la teoría económica, modelos de subasta de múltiple objeto, en específico los modelos SMRA y CCA, sin considerar los esquemas de un único objeto.

2. Revisión de la literatura y elección de una perspectiva teórica

Desde el punto de vista económico, el espectro radioeléctrico se comporta como un caso inusual de bien común, en la medida que a diferencia de otros bienes de ese tipo no se degrada, es decir

si alguien deja de usarlo, otro podrá usarlo bajo las mismas condiciones (National Telecommunications and Information Administration - NTIA, 2020). En estricto, si existiera un esquema libre (similar al de comando y control) cualquier persona con el equipo adecuado, podría transmitir y recibir señales por medio del espectro radioeléctrico, no obstante, eso conllevaría a que se cumpla con la “tragedia de los comunes”, en la medida que, si muchos acceden al bien, se generará una fuerte interferencia entre todos. Eso conlleva a que, para poner orden, se necesita implementar algún mecanismo de asignación de espectro.

La tendencia internacional muestra que el mecanismo de subastas es la forma usual en la que los administradores de espectro ponen a disposición las bandas de frecuencia. En ese sentido, a continuación, se presenta una revisión, desde el punto de vista académico de la teoría de subastas aplicada al espectro radioeléctrico, de acuerdo con (McAfee & McMillan, 1987), (UIT, 2016), (Bichler & Goeree, 2017), (Cave & Koutroumpis, 2018) y (Tapia, 2019):

Único objeto de una sola ronda:

Solo se cuenta con una única ronda, por lo que el modelo no permite que un postor conozca la disponibilidad a pagar de los demás postores. Este modelo es de fácil implementación en la medida que cada postor solo presenta una oferta, y sobre ella el ente encargado del proceso, elige al ganador. En los últimos años, los administradores de espectro han introducido reglas adicionales, tales como cobertura, así los factores de competencia tienen una parte de precio y otra parte corresponde a un componente de inversión en cobertura. De acuerdo con (UIT, 2016), este tipo de subastas atraen a postores establecidos, desincentivando el ingreso de nuevos operadores. Se encuentran dos modelos:

- Cerrada a primer precio: Cada postor presentan una oferta sellada la cual es secreta (puede ser física o virtual). Se lleva el bien el postor que presenta el precio más alto.
- Cerrada a segundo precio (Vickrey): Similar a la de sobre cerrado a primer precio. El postor que se adjudica el bien corresponde al que presentó la oferta más alta, pero paga el segundo mejor precio ofertado. Esto permite mitigar el riesgo de la “maldición del ganador”, y también ofrece los incentivos para que los postores revelen la verdadera valoración del bien.

Único objeto de múltiples rondas:

- Ascendente (inglesa): Tal como indica (McAfee & McMillan, 1987), el término subasta (*auktion* en inglés) proviene del latín *augere*, que significa incrementar. Así, este es el mecanismo que más se ajusta a dicho término. Consiste en partir de un precio base e ir incrementando el precio del bien hasta que solo queda un postor interesado en el bien. Cuando se trata de bienes de múltiple objeto, este tipo de subasta se ajusta al esquema SMRA, el cual se describe más adelante.
- Descendente (holandesa): El adjudicatario pone un precio al bien, al que irá reduciendo hasta que un postor acepte dicho precio. De la revisión realizada, no se ha encontrado que, actualmente, algún país este usando este modelo para subastas de espectro. No obstante, (Analysys Mason, 2017) señala que en Estados Unidos se usó este modelo para la liberación de la banda de espectro de 600MHz, de tal forma que las estaciones de TV pasen de UHF (*Ultra High Frequency*) a VHF (*Very High Frequency*).

Múltiple objeto de múltiples rondas:

- Subasta simultánea ascendente de múltiples rondas (SMRA): Es una subasta ascendente pero aplicado para múltiple objeto, que la FCC aplica en Estados Unidos desde 1994, bajo el diseño de los economistas Paul Milgrom, Robert Wilson y Preston McAfee (IFT, 2018). Después de cada ronda, los participantes reevalúan sus estrategias tomando como referencia la oferta que presentó cada participante. Para ello el monto que ofreció cada participante se hace público, lo cual reduce la incertidumbre con respecto a la disposición a pagar de cada postor. Cuando deja de haber demanda por un objeto o lote, se asigna el espectro. En algunos casos, se asignan bloques neutros, es decir sin una ubicación específica, y en una segunda etapa se licita la ubicación de los bloques, lo cual permite que un mayor sinceramiento en el interés de los postores.
- Subasta combinatoria con reloj ascendente (CCA, por sus siglas en ingles *Combinatorial Clock Auction*): Este modelo, que recoge algunos aspectos del modelo de Vickrey, fue propuesto por Ausubel, Cramton, y Milgrom en el 2006 (Levin & Skrzypacz, 2016), e implementado por primera vez en el 2008 por OFCOM, regulador de telecomunicaciones de Reino Unido. De acuerdo con (Beltran, 2019b) este modelo tiene 3 etapas:
 - Etapas 1 (revelación de precios): Todas las licencias se ofrecen de forma simultánea. La subasta se realiza en rondas controladas por un precio ascendente

(al que se le denomina reloj) el cual permite que se descubran precios. Para cada ronda el subastador anuncia un nuevo precio denominado reloj ascendente.

- Etapa 2 (asignación de bloques abstractos): Cada postor hace su oferta de los bloques en los que está interesado. Entregan sus ofertas en sobre cerrado y el subastador usa el principio de segundo precio de Vickrey (Ausubel & Baranov, 2014).
- Etapa 3 (asignación de bloque específico): Los postores ganadores de la etapa 2 deciden en que parte del espectro prefieren ubicarse. Esta etapa es importante en la medida que un operador podría preferir la porción baja de la banda o una porción de espectro que se encuentre con menor interferencia. Esta etapa también se usa en las subastas SMRA.

De acuerdo con (GSMA, 2016) este esquema funciona bien, siempre y cuando en la primera ronda los diversos oferentes hayan emitido ofertas que permiten una revelación de precios.

Tabla 2. Principales características de los diversos modelos de licitación del espectro

Tipo	Modelo de subasta	Principales características
Un solo objeto	Cerrada a primer precio	Gana el que ofrece el precio más alto. Una sola ronda.
	Cerrada a segundo precio (Vickrey)	Gana el que ofrece el precio más alto, pero paga el segundo precio más alto. Una sola ronda.
	Ascendente (inglesa)	Es una subasta simultánea en el que el precio se incrementa en cada ronda. Múltiples rondas.
	Descendente (holandesa)	Es una subasta simultánea en el que el precio disminuye en cada ronda. No es usado en asignaciones de espectro. Múltiples rondas.
Múltiple objeto	Subasta simultánea ascendente de múltiples rondas	Múltiples rondas. El proceso termina cuando deja de haber más ofertas. En algunos casos los bloques licitados son abstractos, así en una segunda etapa se puja por la ubicación del bloque.
	Subasta combinatoria con reloj ascendente	Múltiples rondas. En una primera etapa, el subastador incrementa el precio en cada ronda. Luego se subasta tomando en cuenta el precio de Vickrey y finalmente se asigna la ubicación del bloque. El diseño es más “complejo” con respecto a los otros esquemas.

Elaboración: Propia.

Al respecto, los modelos presentados, son esquemas generales, siendo que en la práctica pueden existir diversas variantes, en la medida que cada administrador diseña su proceso de licitación de forma particular con muchas reglas para que el proceso quede claro para todos los postores y que

en la medida de lo posible no deje puertas *traseras* que le permitan sacar la vuelta al proceso. En efecto (More & Argandoña, 2019), en el Documento de Trabajo publicado por el OSIPTEL, señalan que, por ejemplo, para el caso de las subastas SMRA, existen a su vez diversas formas de realizarlo: SMRA Estándar, SMRA con *Switching*, SMRA con ofertas combinatorias y SMRA con bloques abstractos.

De todos los mecanismos revisados se observa que existe una fuerte tendencia a licitar el espectro usando mecanismos de subastas de múltiple objeto. En efecto, tal como señala el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), los mecanismos de Reloj combinatorio (CCA) y SMRA son los que mejor resuelven el problema de quedarse con un bien que contribuye poco al bienestar de la sociedad, siendo que si bien tales modelos de subasta se usan en Europa, Canadá y Estados Unidos (IFT, 2018), también se están usando en América Latina (Brasil, México, Colombia, Paraguay).

Asimismo, para la licitación de bandas de espectro que permitirán el despliegue de nuevas tecnologías (por ejemplo, el 5G) existe una fuerte tendencia en usar las subastas de tipo CCA (o su versión simplificada de subasta de reloj ascendente) o de Reloj Ascendente, en la medida que los modelos de reloj corrigen algunas desventajas del modelo SMAR. En efecto, tal como se señala en la sección 2 del Capítulo III del presente trabajo de investigación, en las licitaciones de espectro en la banda de 3.5 GHz realizadas en Alemania, Francia y Grecia, se usan esquemas de subasta de reloj.

3. Marco normativo

En relación con el marco normativo aplicable al espectro radioeléctrico y a la forma en la que este recurso se asigna a los operadores de telecomunicaciones, a continuación, se realiza un detalle de las normas, empezando por la legislación sectorial y luego con respecto a la regulación de los procesos de promoción de la inversión privada.

El artículo 57 del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones (en adelante, Ley de Telecomunicaciones) aprobado por Decreto Supremo No. 013-93-TCC, señala que el “*espectro radioeléctrico es un recurso natural de dimensiones limitadas que forma parte del patrimonio de la Nación*” (Sistema Peruano de Información Jurídica, 1993).

Por su parte el artículo 122 del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones (en adelante, Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones), aprobado mediante Decreto Supremo No. 020-2007-MTC, señala que las asignaciones de espectro se otorgan mediante dos mecanismos: Proceso de solicitud de parte o mediante un concurso público

de ofertas. Asimismo, el artículo 199 señala que la asignación y todo lo concerniente al espectro radioeléctrico se encuentra a cargo del MTC (Sistema Peruano de Información Jurídica, 2007). Asimismo, cabe precisar que el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (en adelante, PNAF), aprobado mediante Resolución Ministerial No. 187-2005-MTC/03, señala en sus Notas aclaratorias que en el caso de las bandas de espectro asignadas para servicios IMT (Telecomunicaciones Móviles Internacionales), la asignación de espectro se licitará mediante concurso público (MTC, 2005).

También aplica la Resolución Ministerial No 085-2019 MTC/01.03, mediante la cual se establecieron topes para la asignación de bandas de espectro radioeléctrico, tanto para bandas bajas (por debajo de 1 GHz) y para bandas medias (entre 1GHz a 6 GHz), quedando pendiente los topes para bandas altas, tal como se señala en el Gráfico 3 (MTC, 2019).

Gráfico 3. Topes de espectro



Elaboración: Propia, usando información de (MTC, 2019).

En relación con los procesos de promoción realizados por Proinversión, resulta aplicable el Decreto Legislativo No. 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público-Privadas y Proyectos en Activos. Esta norma es la que habilita el desarrollo de procesos de licitación de cualquier tipo, incluidos los relacionados a bandas de espectro radioeléctrico.

Por otro lado, en junio de 2018, el MTC publicó la Resolución Ministerial No. 482-2018 MTC/01.03, mediante el cual se estableció la velocidad mínima para el acceso a Internet de banda ancha, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 3.

Tabla 3. Velocidades de Banda Ancha en el Perú

Tipo de Internet de Banda Ancha	Velocidad de Descarga (Bajada)	Velocidad de Carga (Subida)
Fijo	4 Mbps	1 Mbps
Móvil		

Elaboración: Propia usando información de (MTC, 2018b).

Cabe precisar que la citada definición de banda ancha es importante, en la medida que tales velocidades de acceso, en nuestro país solo pueden ser alcanzadas mediante redes con tecnología 4G-LTE o superiores (OSIPTEL, 2020a).

Asimismo, resulta aplicable el Reglamento del Decreto Legislativo No. 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público-Privadas y Proyectos en Activos, aprobado por Decreto Supremo No. 240-2018-EF.

También resulta aplicable la Ley No. 27783, Ley de Bases de Descentralización, la cual en su tercera disposición complementaria señala que *“Todos los recursos que efectivamente se perciban, como consecuencia de los procesos de privatización y concesiones, constituyen recursos públicos”* (Ministerio de Economía y Finanzas, 2002).

4. Marco conceptual

A continuación, se presentan algunos conceptos de índole de ingeniería de las principales variables relacionadas al espectro radioeléctrico y que se utilizan en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

4.1. Características técnicas del espectro radioeléctrico

El uso del espectro radioeléctrico depende de la tecnología que se implementará sobre el mismo. Así, para la implementación de servicios inalámbricos, cada tecnología requiere una determinada cantidad de espectro para operar, siendo que para el caso de las nuevas tecnologías como 4G y 5G se tiene una mayor flexibilidad referente al uso del espectro. La Tabla 4 presenta las diversas características en materia de ancho de banda que requiere cada tecnología, desde el 2G hasta el 5G.

Tabla 4. Requerimientos de espectro por tecnología

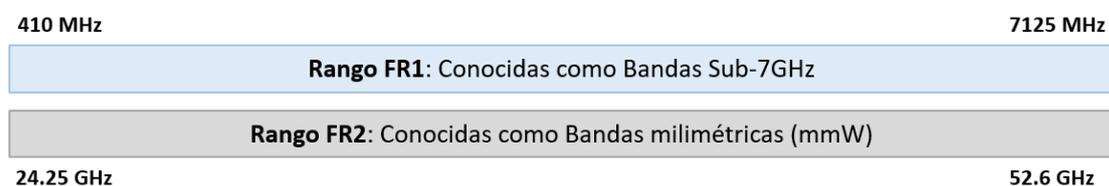
Tecnología	Ancho de banda por portadora
2G	<ul style="list-style-type: none">• Una portadora: 200+200 kHz.• Al ser una tecnología que no tiene reúso unitario de frecuencias, en un despliegue real se requiere una cantidad mayor de espectro (en el orden de 1 a 5 MHz).
3G	<ul style="list-style-type: none">• Una portadora: 5+5 MHz.• Es posible la existencia de despliegues con dos portadoras o más. Lo cual podría sumar hasta 15+15 MHz de espectro, en caso se usen 3 portadoras.

4G	<ul style="list-style-type: none"> • En su versión básica, se pueden hacer despliegues con 5+5 MHz, 10 +10 MHz, 15+15 MHz y 20+20 MHz de ancho de banda. • Usando la técnica de Agregación de Portadoras, por medio de la tecnología LTE-Advanced o superior, se puede tener despliegues que usen 100 + 100 MHz de espectro o inclusive más.
5G	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con el grupo 3GPP, se pueden hacer despliegues desde 5 MHz hasta 400 MHz. • Sin embargo, para bandas del Rango 1 (FR1) los despliegues son de hasta máximo 100 MHz. • Para el caso del Rango 2 (FR2) se puede tener despliegues de hasta 400MHz.

Elaboración: Propia usando información técnica del Grupo 3GPP (3GPP, 2020).

En efecto la UIT y en especial el Grupo 3GPP han identificado diversas bandas de espectro para la implementación de la tecnología 5G, que tienen anchos de banda en el orden de decenas a cientos de MHz. Así el grupo 3GPP considera 2 grandes rangos de frecuencia: FR1 (*Frequency Range 1*) y FR2 (*Frequency Range 2*), tal como se muestra en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Rangos de frecuencia para 5G según el Grupo 3GPP



Elaboración: Propia, usando información de (3GPP, 2019).

Por ejemplo, para el caso de las bandas FR2 el Grupo 3GPP ha establecido las siguientes bandas con configuración TDD (Duplexaje por División de Tiempo) para el despliegue de 5G en bandas milimétricas (3GPP, 2019):

- **n257** (contiene a la banda de 26 y de 28 GHz): Rango de 26 500 MHz – 29 500 MHz (ancho de banda = 3 GHz).
- **n258**: Rango de 24 250 MHz – 27 500 MHz (ancho de banda = 3.25 GHz).
- **n259**: Rango de 39 500 MHz – 43 500 MHz (ancho de banda = 4 GHz).
- **n260**: Rango de 37 000 MHz – 40 000 MHz (ancho de banda = 3 GHz).
- **n261**: Rango de 27 500 MHz – 28 350 MHz (ancho de banda = 850 MHz).

4.2. Definiciones de variables

En el presente trabajo de investigación se hace uso de los siguientes conceptos:

- Espectro: Recurso escaso, indispensable para la prestación de servicios móviles y fijos inalámbricos.
- Mecanismo de asignación de bandas de espectro: Modelo usado para la asignación del espectro a un determinado operador, la cual generalmente es mediante un concurso público.
- Ancho de banda: Hace referencia a la cantidad de espectro, a mayor cantidad de espectro (ancho de banda), el operador puede ofrecer mayores velocidades (subida y descarga) a sus usuarios.
- Promoción de la competencia en el sector: El espectro cumple un papel fundamental en la competencia entre operadores. En ese sentido se debe velar que todos los operadores cuenten con igualdad de condiciones para acceder a este tipo de recursos.
- Obligaciones resultantes de las licitaciones: Producto de un proceso de licitación, además de las obligaciones económicas también se pueden establecer obligaciones relacionadas al despliegue de infraestructura para disminuir la brecha digital.

3. Recolección de datos

Con el fin de construir una perspectiva amplia del problema y poder realizar un análisis que nos conlleve a una recomendación, fue necesario conocer y analizar las perspectivas de diversos profesionales especialistas involucrados en materia de procesos de licitación de bandas de espectro. Cabe señalar que las consultas se alinearon a los siguientes objetivos específicos: “Evaluar el impacto de las nuevas tecnologías en los procesos de licitación de bandas de espectro” y “Diseñar un modelo cualitativo que permita evaluar el escenario de licitación de bandas de espectro que mejor se adecua a un escenario de nuevas tecnologías”.

Además de las entrevistas realizadas se revisaron reportes, documentos, normas, de diversos entes nacionales e internacionales, así como información académica, relacionada con las subastas de espectro radioeléctrico.

En ese sentido, para la recolección de datos, se usaron fuentes de información primaria y secundaria:

Información primaria:

Se realizaron entrevistas a expertos nacionales e internacionales, líderes de opinión del sector telecomunicaciones. Estas opiniones permitieron formar una perspectiva general sobre las subastas del espectro radioeléctrico en un entorno de nuevas tecnologías. En línea con los objetivos propuestos, las entrevistas contribuyeron a evaluar el impacto de las nuevas tecnologías en los procesos de licitación de bandas de espectro a conocer algunas experiencias internacionales en materia de subastas de espectro, con lo cual se diseñó el modelo cualitativo propuesto. El resultado de las entrevistas se detalla en el Anexo 2.

Tabla 5. Entrevistas realizadas a expertos (en orden de entrevista)

No.	Entrevistado	Profesión	Procedencia
1	Fernando Beltrán	Ingeniero Eléctrico PhD en Matemática Aplicada	Universidad de Auckland – Nueva Zelanda
2	Juan Ignacio Crosta	Economista Máster en Economía Internacional	BlueNote Management Consulting - Argentina
3	Jesús Guillen	Economista Doctor en Economía	Proinversión - Perú
4	Gonzalo Ruiz	Economista Doctor en Economía	Director de la Maestría en Regulación de Servicios Públicos PUCP - Perú
5	Lucas Gallitto	Ingeniero de Telecomunicaciones Máster en Telecomunicaciones	GSMA

6	Aldo Laderas	Ingeniero Electrónico Máster en Gestión Pública	Proinversión - Perú
7	Alberto Ñecco	Economista Máster en Administración de Empresas	Ex Director Ejecutivo de Proinversión, Consultor - Perú
8	Luis Montes	Ingeniero Electrónico Magíster en Ingeniería de las Telecomunicaciones	Docente PUCP y UNI - Perú
9	Fabian Herrera	Matemático e Ingeniero Electrónico Magíster en derecho del Estado	Agencia Nacional de Espectro - Colombia
10	Wilson Cardoso	PhD en Ingeniería de Telecomunicaciones MBA en modelo de Negocios	Nokia - Brasil

Elaboración: Propia.

Para tal efecto, durante los meses de setiembre, octubre y noviembre de 2020, se realizaron entrevistas virtuales usando herramientas digitales (Zoom (8), Microsoft Teams (1) y llamada de WhatsApp (1)), en el que se les comentó la propuesta del trabajo de investigación y se les solicitó opinión sobre los criterios que se deben tener en cuenta para establecer un nuevo modelo de subastas de espectro en el Perú. Cabe precisar que todos los entrevistados han trabajado en procesos de licitación relacionados al espectro radioeléctrico. Sin embargo, en la medida que los entrevistados son de diversas disciplinas, se obtuvieron diversas opiniones, cada una desde su visión y experiencia en el tema.

Información secundaria:

Se recogió información publicada por organismos nacionales (MTC, OSIPTEL, Proinversión, CMPNAF), Organismos internacionales (UIT, BEREC), Asociaciones internacionales (3GPP, GSMA, GSA, 5G Américas) y bibliografía especializada (libros, revistas, *papers*) en mecanismos de subastas de espectro radioeléctrico.

Se resalta la revisión del documento de trabajo publicado por el MTC en noviembre del 2020, el cual nos ofreció la visión a futuro que tiene el MTC en materia de subastas de espectro para nuevas tecnologías. Asimismo, fue de gran utilidad usar el acceso a las revistas que posee la Universidad del Pacífico, tales como JSTOR y Science Direct¹¹.

¹¹ Recursos de la biblioteca de la Universidad del Pacífico: <https://campusvirtual.up.edu.pe/Biblioteca/bd-suscrita.aspx>

Capítulo IV. Descripción, análisis y propuestas

1. Subastas de espectro realizadas en el Perú

En el Perú la primera subasta de espectro se realizó en 1998, con la licitación de 12.5+12.5 MHz de la banda de 850 MHz. El proceso fue dirigido por la COPRI (Comisión de Promoción de la Inversión Privada, hoy Proinversión) (OSIPTEL, 2000). En la Tabla 6 se muestran algunos datos de las subastas realizadas desde 1998 hasta la fecha, por las que los adjudicatarios han pagado un total de 1 513.85 millones de dólares.

Tabla 6. Subastas de espectro en el Perú

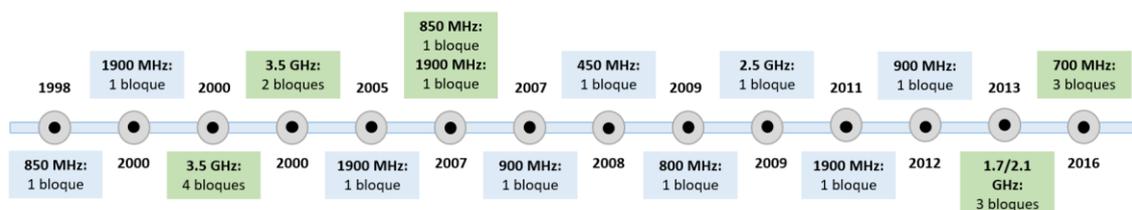
Nombre de la Banda	Ancho de Banda (MHz)	Pago (Millones de USD)	Buena Pro	Firma del contrato	Adjudicatario
850 MHz	12.5+12.5	35.1	7/05/1998	1/06/1999	Bell South
1900 MHz	15+15	180	29/03/2000	08/05/2000	STET Mobile Holding N.V. (TIM)
3.5 GHz	25+25	9.7	20/06/2000	16/01/2001	Telefónica del Perú
	25+25	9.85	20/06/2000	16/01/2001	Millicon Perú*
3.5 GHz	25+25	10.3	22/12/2000	16/01/2001	Orbitel*
1900 MHz	15+15	21.1	30/03/2005	17/05/2006	Sercotel (América Móvil)
850 MHz	12.5+12.5	22	27/07/2007	15/10/2007	América Móvil
1900 MHz	17.5+17.5	27	27/07/2007	10/11/2007	Nextel del Perú
450 MHz	5+5	Concurso de belleza	9/01/2008	29/02/2008	Telefónica Móviles
900 MHz	11+11	Concurso de belleza	28/12/2007	29/02/2008	Telefónica Móviles
800 MHz	3+3	4.7	8/06/2009	14/07/2009	Nextel del Perú
2.5 GHz	24	3.9	6/08/2009	20/01/2010	BWDC-METSANCO (OLO)
1900 MHz	12.5+12.5	1.3	27/01/2011	5/05/2011	Viettel Perú
900 MHz	16+16	20	14/08/2012	29/11/2012	Viettel Perú
1700/2100 MHz	20+20	152.2	22/07/2013	10/10/2013	Telefónica del Perú
	20+20	105.5	22/07/2013	10/10/2013	Americatel (Entel Perú)
Banda de 700 MHz	15+15	290.2	26/05/2016	20/07/2016	Entel
	15+15	306	26/05/2016	20/07/2016	América Móvil
	15+15	315	26/05/2016	20/07/2016	Telefónica Móviles

Elaboración: Propia usando información disponible en (Proinversión, 2020). *Luego Nextel adquirió a Millicon y Americatel adquirió Orbitel.

Así, en toda la historia del Perú, se han realizado quince procesos de subasta de espectro para ser usados como bandas de acceso, siendo que todos han usado la modalidad de sobre cerrado a primer precio. En dos procesos se usó el esquema de concurso de belleza puro (450 y 900 MHz) y en trece se tuvo un esquema de primer precio. Cabe resaltar que en algunos de los modelos realizados con sobre cerrado a primer precio, se encuentran componentes de concurso de belleza (por ejemplo, en los procesos de subasta de las bandas de 1900 MHz y 900 MHz, asignadas a Viettel, se introdujeron componentes de cobertura en colegios y en instituciones públicas). En efecto, (DN Consultores, 2012) señala que, en el caso de la subasta de la banda de 900 MHz, el monto que pagó Viettel fue de 20 millones de dólares, más un compromiso de ofrecer Internet a 718 instituciones públicas y el compromiso de llevar cobertura en 48 distritos, lo cual se valorizó en 28 millones de dólares.

Un punto importante que se resalta de los procesos de licitación realizados es que en cinco procesos se subastó más de un bloque, mientras que en los demás procesos se trató de un único bloque, tal como se muestra en el Gráfico 5.

Gráfico 5. Línea de tiempo de las subastas de bandas espectro



Elaboración: Propia usando información disponible en (Proinversión, 2020).

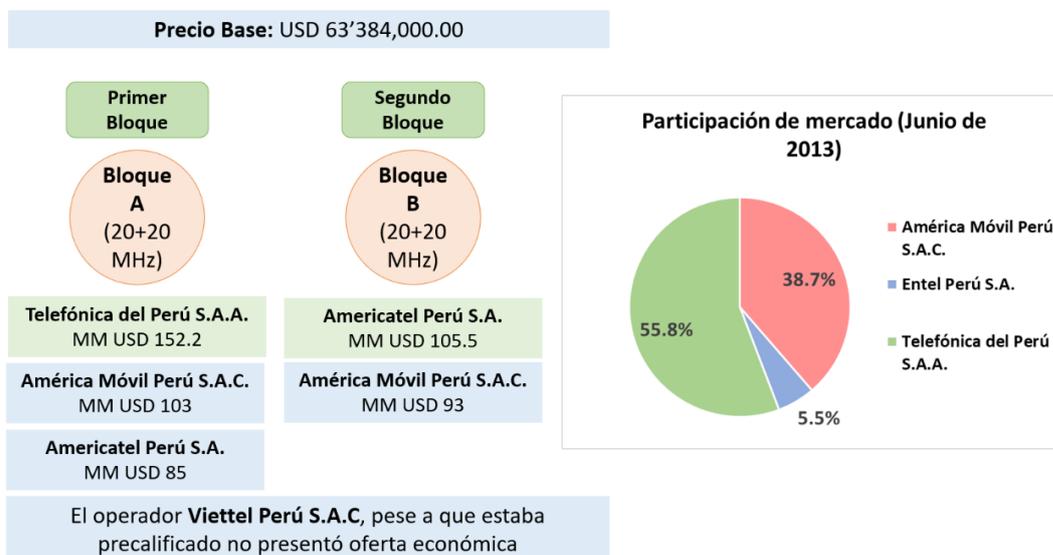
Al respecto a continuación, se presenta un análisis de las dos últimas subastas de bandas de espectro radioeléctrico (Bandas AWS y 700 MHz).

1.1. Licitación de la banda AWS: Asignación no eficiente del recurso:

El 22 de julio de 2013, el Estado peruano licitó dos bloques de 20+20 MHz cada uno (el cual corresponde al máximo ancho de banda que puede usar una portadora con tecnología 4G), de la banda AWS, la cual corresponde al rango de 1710-1750 MHz a 2110-2170 MHz (PROINVERSIÓN, 2013). Luego del proceso, el espectro se adjudicó a dos operadores: Telefónica del Perú y Americatel Perú (quien luego transfirió dicho espectro a Entel Perú), quedando fuera de juego el segundo operador con mayor participación de mercado y sin la posibilidad de que dicho operador tenga en el corto plazo espectro limpio para implementar la tecnología 4G-LTE. Dicho resultado ofrece indicios de que las reglas del proceso de licitación

(tales como el ancho de banda fijo, una sola ronda, entre otros) conllevaron a que se tenga una asignación no eficiente del recurso. Los resultados del proceso de licitación se presentan en el gráfico 6.

Gráfico 6. Detalles del proceso de licitación de la banda AWS.



Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2013) y (PROINVERSIÓN, 2013).

Al respecto haciendo un análisis contrafactual, bajo un esquema de múltiples rondas ascendentes, y poniendo en oferta, por ejemplo, 9 bloques de 5+5 MHz cada uno (considerando el rango de 1710-1755 MHz a 2110-2175 MHz¹², es decir poniendo en concurso 45+45 MHz de espectro), y con las respectivas reglas para evitar el acaparamiento de espectro, se hubiese podido tener desde el 2014 al menos a 3 operadores que ofrezcan servicios LTE en una banda limpia. En efecto, otra posible forma de asignación, usando un esquema de múltiples rondas ascendentes, pudo ser de la siguiente manera:

- Primera parte: Adjudicación de 3 bloques de 10+10 MHz (con lo cual se garantiza un ancho de banda razonable para la implementación de LTE).
- Segunda parte: Bloques de 5+5 MHz, que les permita implementar casos de negocio, sea con 20+20 MHz o con 15+15 MHz por operador.
- Tercera parte: Ubicación de bloques al inicio, mitad o final de la banda.

Si bien algunos de los entrevistados indicaron que licitar un ancho de banda de 20+20 MHz, persigue un objetivo de política de garantizar que los operadores tengan el máximo ancho de banda que puede usar la tecnología LTE con lo cual se pueda ofrecer la mayor velocidad, algunos

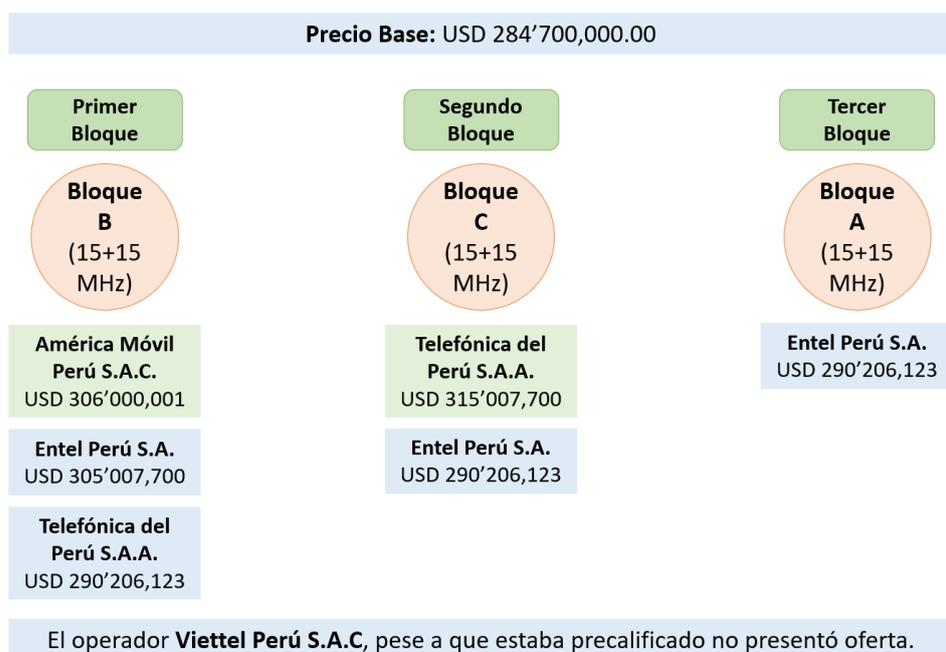
¹² El rango corresponde a la Banda 4 del Grupo 3GPP, para la cual se contaba con equipamiento disponible.

hechos evidencian que dicho argumento no es del todo válido. En (OSIPTEL, 2014), se presenta un informe en el que se muestra que un año después del proceso de licitación, hubo negociaciones para que Telefónica transfiera una determinada cantidad de espectro (5+5 MHz) de su banda AWS al operador América móvil. Si bien dicho proceso de transferencia finalmente no se concretó, el acto de querer transferir una cantidad de espectro, evidenció que Telefónica podía implementar un caso de negocio razonable usando solo 15+15 MHz de espectro.

1.2. Licitación de la banda de 700 MHz: Precios de reserva elevados

En mayo de 2016, tres operadores (Entel Perú, Telefónica del Perú y América Móvil) se adjudicaron bloques de 15+15 MHz de espectro en la banda de 700 MHz (banda de gran importancia, en la medida que es una banda baja, muy importante para implementar soluciones con cobertura amplia). Al respecto, el MTC fijó un precio de reserva de USD 284.7 millones por cada bloque de 15+15 MHz, lo que hizo un total de USD 854 millones de precio de reserva por los tres bloques (Proinversión, 2016a), obteniéndose luego del proceso un total de USD 911 millones en total, tal como se muestra en el Gráfico 7.

Gráfico 7. Aspectos clave del proceso de licitación de la banda de 700 MHz en el Perú



Elaboración: Propia usando información de (Proinversión, 2016b).

Cabe señalar que el operador Viettel, en la etapa de presentación de la oferta económica, decidió retirarse del proceso de licitación pese a que los demás operadores habían entregado sus sobres con su respectiva oferta económica. Dicha acción evidencia que en un escenario en el que solo hubiese existido una oferta de tres bloques y una demanda de tres bloques (es decir, si Viettel se

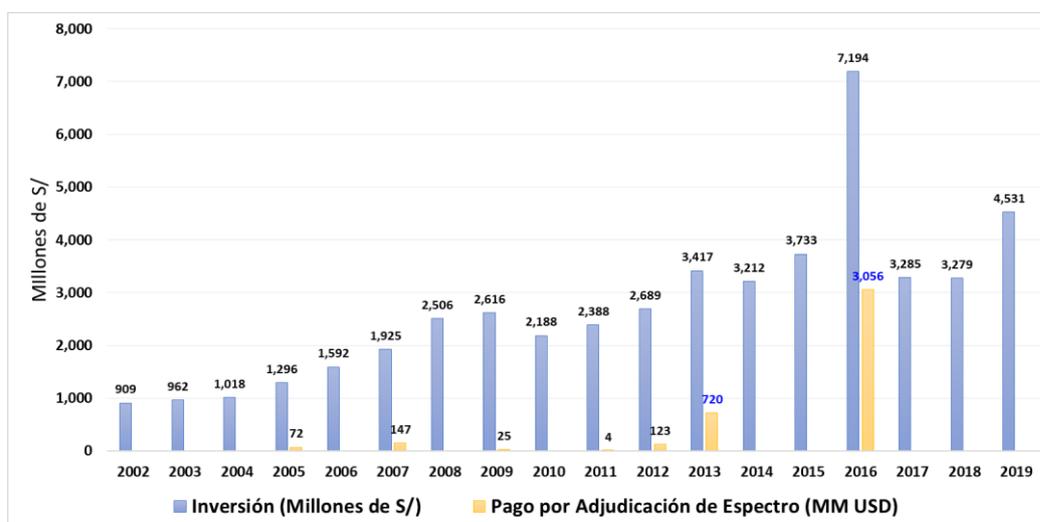
hubiese retirado en una etapa previa del proceso), a lo mucho el Estado hubiese recaudado el precio de reserva.

Así, de los resultados del proceso de licitación de la banda de 700 MHz se puede inferir lo siguiente:

- Los operadores requerían el espectro para implementar su plan de negocios enfocado en cobertura. Al ser 4 postores, nadie quería quedar fuera del proceso, aun si se comprometía un monto importante del total de las inversiones del sector. Quedar fuera del proceso implicaba retrasar sus inversiones en expansión del 4G.
- Al requerir el espectro, la disposición a pagar era alta, inclusive por encima del precio de reserva.

En efecto, en las dos últimas subastas de espectro realizadas en el Perú, para licitar la banda AWS y la banda de 700 MHz, los adjudicatarios pagaron montos de 720 y 3 056 millones de soles respectivamente, lo cual representó el 21% y 42% del total de la inversión en telecomunicaciones de los años 2013 y 2016 respectivamente. Eso implica que, por ejemplo, en el año 2016, el 42% del total de inversión realizada en el sector telecomunicaciones corresponde a pagos realizados por la adjudicación del espectro, tal como se describe en el Gráfico 8. Lo anterior evidencia que se debe tener especial cuidado en fijar los precios de reserva, sobre todo porque podría impactar de forma negativa en la ampliación de cobertura y el cierre de brechas en el Perú¹³.

Gráfico 8. Inversión en Telecomunicaciones y pagos por adjudicación de espectro

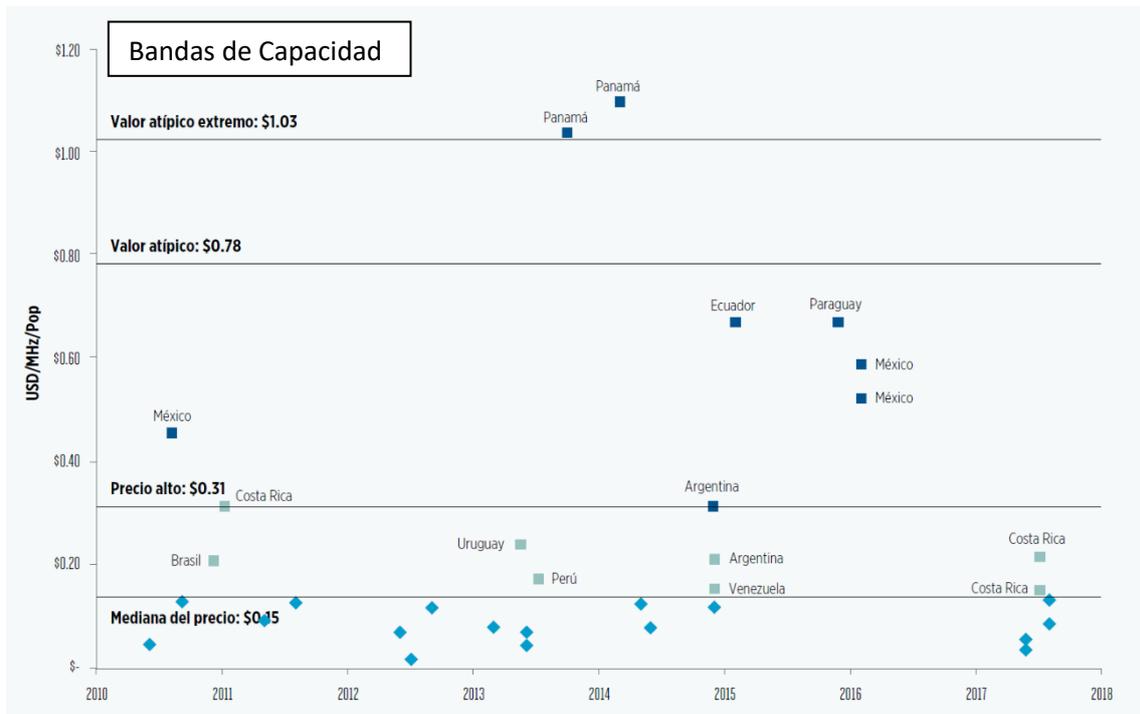
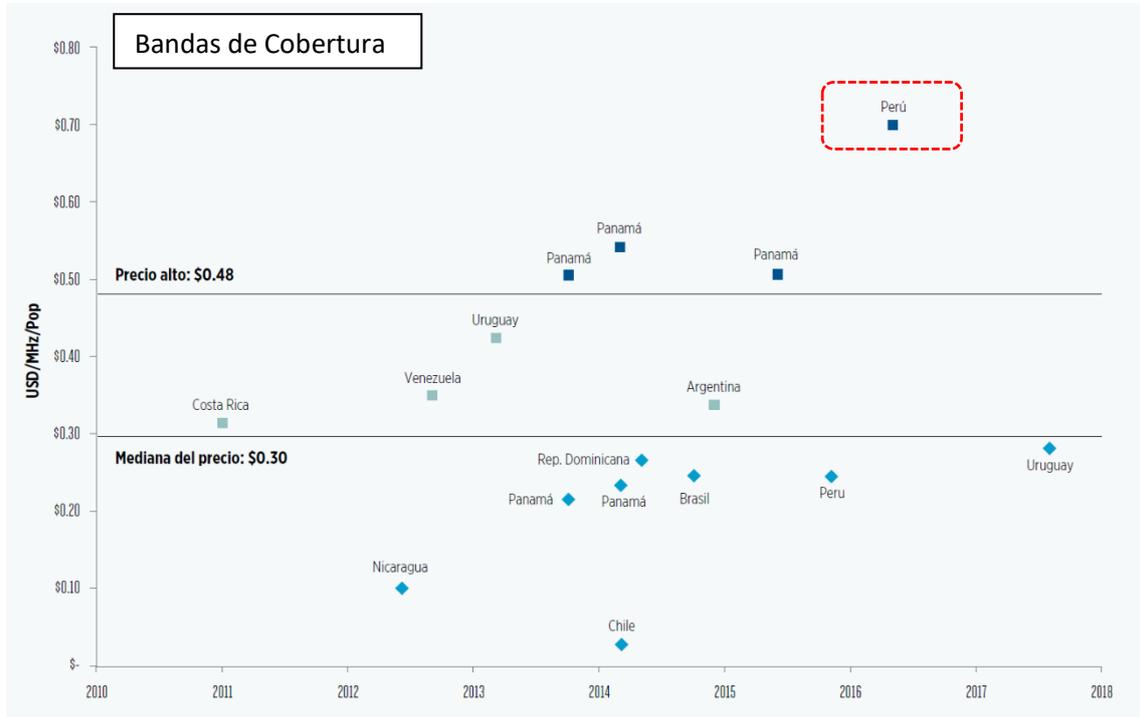


Elaboración: Propia usando información de (OSIPTTEL, 2020b), (BCRP, 2020) y (Proinversión, 2020).

¹³ (More & Gavilano, 2020), en un documento de trabajo publicado por el OSIPTTEL, señalan que con el fin de atender la demanda de servicios móviles se requiere que el Perú al año 2025 cuente con 60,771 Estaciones Base. Dicha cifra evidencia que hay una brecha de más de 36 mil estaciones base, para ser instaladas en los próximos 5 años.

De acuerdo con (GSMA, 2018), el Perú tiene el récord de precio reserva más alto de la región por una banda de cobertura (banda de 700 MHz), y para el caso de una banda de capacidad (Banda AWS), se tiene que el precio de reserva del espectro estuvo por encima de la mediana, tal como se muestra en el Gráfico 9.

Gráfico 9. Precios de reserva del espectro de cobertura y capacidad (2010-2018)



Fuente: (GSMA, 2018).

Si como contraparte, el Estado hubiese diseñado el proceso de licitación de la banda de 700 MHz de tal forma que la disposición a pagar de las empresas se traslade en obligaciones de llevar servicios móviles en zonas alejadas u otro mecanismo similar que involucre el despliegue de infraestructura, se hubiese contribuido de una mejor manera con la expansión de los servicios móviles avanzados.

Cabe señalar que usando información de (OSIPTTEL, 2020c), se evidencia que existe una brecha importante, inclusive a nivel distrital (ver Tabla 7). Se aprecia que los operadores que no se adjudicaron bandas de espectro en los últimos procesos de licitación 4G (Viettel), o participaron en solo uno (América Móvil), cuentan con mayor cantidad de distritos cubiertos. Mientras que los operadores que se adjudicaron espectro 4G en los dos procesos de licitación, son los que presentan la menor cobertura a nivel distrital. Esto podría ser un indicio de que los operadores que no tuvieron que hacer grandes inversiones en comprar espectro 4G, cuentan con una mayor cobertura a nivel distrital (para mayor detalle, revisar Anexo 1). Tales cifras, que muestran una relación inversa entre pagar por espectro 4G y cobertura 4G a nivel distrital, serían un indicio importante de que se debe tener especial cuidado en fijar precios de reserva elevados (muy por encima de la verdadera valoración del bien)¹⁴.

Tabla 7. Cobertura móvil 4G a nivel distrital

Operador	Distritos con al menos un CCPP con cobertura 4G	Distritos sin CCPP con cobertura 4G	Bandas de espectro 4G asignadas en concurso
América Móvil	1,137	733	700 MHz
Entel Perú	752	1 118	700 MHz y AWS
Telefónica del Perú	657	1 213	700 MHz y AWS
Viettel Perú	1,095	775	Ninguna

Elaboración: Propia usando información de (OSIPTTEL, 2020c).

Las conclusiones de la presente sección son:

- El modelo elegido para subastar espectro en el Perú se rige por: i) usar un esquema de una sola ronda a sobre cerrado, ii) licitar bloques fijos de espectro, sin la posibilidad para que los postores pujen por anchos de banda diferentes (lo cual podría conllevar a una

¹⁴ Al analizar la información de despliegue de sectores (antenas) por tecnología, disponible en la Figura No 12 del informe publicado por (More & Gavilano, 2020), se observa que Telefónica ha desplegado más antenas que Viettel, mientras que América Móvil ha desplegado más antenas que Entel. Estos datos evidenciarían que, naturalmente, los operadores que ganaron una licitación de espectro tienden a instalar más infraestructura en zonas “rentables” que les permitan recuperar su inversión dejando de lado las zonas alejadas. No obstante, se requiere realizar un análisis más detallado, de ubicación de estaciones base por distrito, para realizar una afirmación categórica sobre el tema.

asignación no eficiente del recurso), iii) en los últimos procesos, fijar precios elevados respecto a la experiencia internacional.

- Los problemas, como la asignación no eficiente del recurso y precios de reserva elevados, se agravarían si se mantiene el esquema tradicional de subastas de espectro, sobre todo si dicho esquema se aplica en un entorno de nuevas tecnologías.

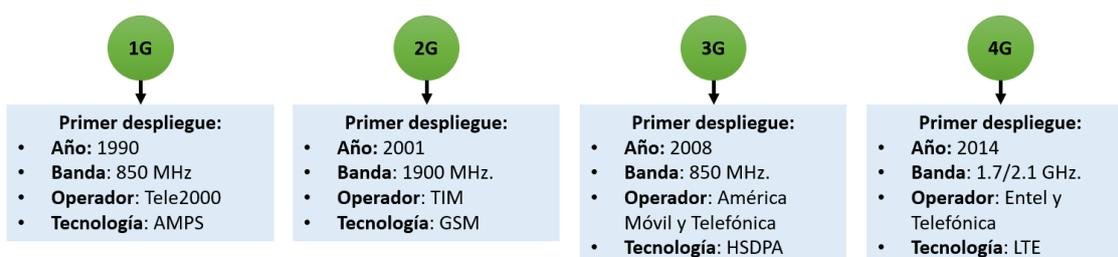
Así es necesario evaluar si es necesario introducir un nuevo modelo de subastas de espectro en el Perú, considerando un escenario de nuevas tecnologías.

2. Impacto de las nuevas tecnologías en la asignación del espectro

El sector telecomunicaciones, en especial el mundo de las tecnologías móviles, se encuentra en constante evolución. Así, es usual que la industria le ponga etiquetas basadas en generaciones (G), tales como 1G (para referirse a la primera generación), 2G, 3G, 4G, 5G y en el futuro, 6G. Cada una de estas generaciones se relaciona a una o más tecnologías, y para su funcionamiento requieren necesariamente hacer uso de una porción del espectro radioeléctrico.

En el Perú, desde inicios de los años 90, los operadores móviles vienen implementando sus tecnologías en determinadas bandas de espectro, acorde a los requerimientos tecnológicos de cada generación. Una característica del espectro es que no depende de la tecnología, es decir una banda que en un momento se usa para una determinada generación, podrá ser usada en otra generación en otro momento. Por ejemplo, la banda de 850 MHz, en los inicios de la telefonía móvil se usó para 1G, luego para 2G y a la fecha se usa para la tecnología 3G, y quizá en el futuro se use para implementar 4G o 5G. El Gráfico 10 muestra detalles sobre cómo han evolucionado las tecnologías móviles y el uso de las bandas de espectro en el Perú.

Gráfico 10. Primeros despliegues de tecnologías móviles



Elaboración: Propia usando información disponible en (COPRI, 1998), (OSIPTTEL, 2004), (Carballido & Mazuelos, 2016).

Tal como se indicó en el Capítulo II, cada generación involucra determinados anchos de banda, siendo que en el caso de las tecnologías 4G y 5G, el ancho de banda utilizado es altamente flexible, pudiendo estas tecnologías ser implementadas usando diversas combinaciones de espectro.

Cabe resaltar que la velocidad teórica máxima que puede ofrecer una tecnología es proporcional al ancho de banda (medido en Hz), y a otros factores como la modulación o la técnica de antena de Múltiple Entrada y Múltiple Salida (MIMO). Eso implica que, bajo un esquema de tecnologías similares (modulación y MIMO equivalente), el operador que disponga de la mayor cantidad de espectro podrá ofrecer planes con mayores velocidades (Mbps) y/o de ser el caso planes con mayor capacidad de consumo (GB/Mes), tal como se describe en la Tabla 8.

Tabla 8. Velocidades para 4G y 5G considerando diferentes anchos de banda

Ancho de Banda	Velocidad 4G	Velocidad 5G
5 MHz	36 Mbps	162 Mbps
10 MHz	73 Mbps	352 Mbps
15 MHz	109 Mbps	558 Mbps
20 MHz	146 Mbps	748 Mbps
40 MHz	-	1 556 Mbps
50 MHz	-	1 952 Mbps
70 MHz	-	2 774 Mbps
100 MHz	-	4 006 Mbps

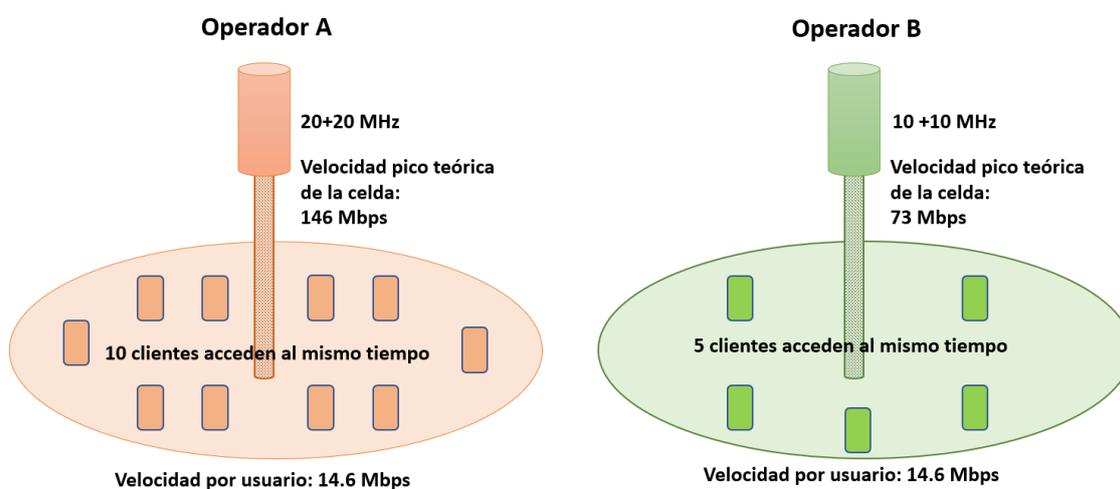
Elaboración: Propia usando información disponible en (5G Tools for RF Wireless, 2020). Para 5G se asume espectro TDD tipo FR1, $\mu = 30$ KHz, con modulación 256-QAM y MIMO 8x8. Para 4G se asume espectro FDD (Duplexaje por División de Frecuencia), modulación 64-QAM y MIMO 2x2.

En ese sentido, un operador podría implementar una Estación Base Celular (EBC) con tecnología 4G, usando 20+20 MHz de ancho de banda, mientras que otro operador podría también implementar 4G con 10+10 MHz de ancho de banda. De la misma manera, también se podría dar el caso que un operador requiera 100 MHz para implementar 5G, mientras que otro operador requiera solo 50 MHz para implementar su red 5G. De lo anterior se puede deducir que los operadores requieren diversos anchos de banda en función a su modelo de negocios, el cual es más diverso según la tecnología empleada, lo cual ocasiona que los operadores tengan diferentes valoraciones del espectro. En el Gráfico 11 se muestra un ejemplo de 2 operadores ficticios (A y B), con distinto ancho de banda y con distinto número de clientes, mientras que la velocidad promedio que disfruta cada uno de sus clientes es similar. Así, podría darse el caso que un

operador pequeño solo requiera ingresar a un proceso de licitación por un bloque pequeño, mientras que otro operador más grande, podría requerir un mayor ancho de banda.

El escenario descrito se hace más notorio con la llegada de la tecnología 5G, la cual también permite hacer despliegues con diversos anchos de banda. Esta flexibilidad, a una magnitud nunca vista en tecnologías predecesoras, podría traer como resultado que un operador requiera 100 MHz de ancho de banda para operar, mientras que un operador pequeño podría requerir 50 MHz para implementar su modelo de negocio. Inclusive si se trata de bandas de espectro milimétricas (FR 2), un operador podría requerir 400 MHz de ancho de banda o más, mientras que, para otro operador, 100 MHz podría ser suficiente.

Gráfico 11. Ejemplo de despliegues de 4G usando 20+20 MHz y 10+10 MHz



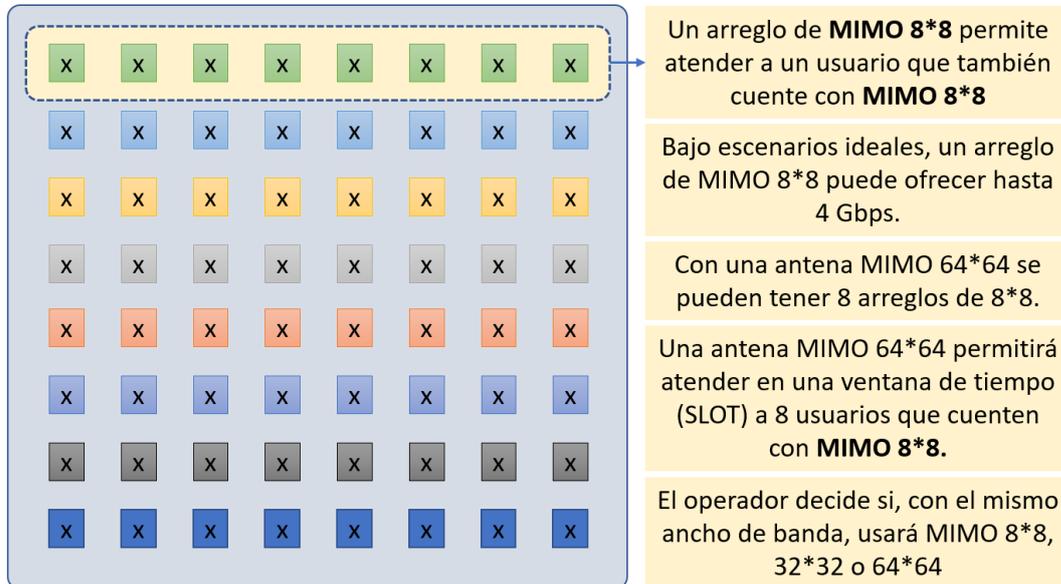
Elaboración: Propia usando información de (5G Tools for RF Wireless, 2020).

Además de las combinaciones de ancho de banda descritas, la tecnología 5G permite hacer combinaciones usando la técnica de antena MIMO utilizada, siendo que a la fecha la máxima disponible en el mercado es el MIMO 64x64 (también conocido como *Massive MIMO* o mMIMO). Así, por ejemplo, un operador podría implementar su red 5G usando MIMO 32x32 con 100 MHz de ancho de banda, mientras que otro operador podría hacerlo usando MIMO 64x64 con el mismo ancho de banda, e inclusive otro operador podría usar antenas que solo tienen MIMO 8x8, tal como se describe en el Gráfico 12.

Además, con la introducción de la técnica de “*Agregación de Portadoras*” (conocida también como *Carrier Aggregation* o CA), la cual puede ser implementada tanto en 4G como en 5G, el operador podría evaluar hacer un *refarming* (es decir, cambiar el uso del espectro de una tecnología antigua para usarlo en nuevas tecnologías) de sus actuales bandas de espectro para usarlas en conjunto con un pequeño bloque que obtenga de una subasta. Asimismo, con 5G

también se introduce un nuevo concepto denominado “*Bandas Suplementarias*”, por lo cual se puede usar una banda para bajada (por ejemplo 3.5 GHz como banda de capacidad) y otra banda para subida (por ejemplo 1.7 GHz como banda de cobertura), con lo cual se puede ofrecer mayores velocidades a los usuarios respecto a si no se usa esta técnica.

Gráfico 12. Uso del MIMO en las antenas para 5G



Elaboración: Propia usando información de (5G Tools for RF Wireless, 2020), (3GPP, 2020), (Huawei, 2020).

De esta manera, debido a la inminente llegada de las redes 5G al Perú, su flexibilidad en términos de manejo de espectro, y las innovaciones tecnológicas que trae esta nueva tecnología, los operadores tienen que hacer una evaluación individual de la cantidad de ancho de banda que requieren para implementar su modelo de negocios. Así, por ejemplo, un operador en función a su tamaño de mercado u otra preferencia puede adquirir determinados anchos de banda.

En ese sentido, la conclusión de la presente sección es que en un escenario de nuevas tecnologías se requiere que se licite anchos de banda flexibles, por tanto, es necesario evaluar el mecanismo actual de subastas del espectro radioeléctrico, y de ser el caso proponer mejoras al proceso, de tal forma que se permita la posibilidad de que los operadores puedan pujar por anchos de banda flexibles.

3. Análisis de las principales subastas internacionales de espectro para el despliegue de redes inalámbricas de última generación

En un informe publicado por la (Secretaría de Modernización de Argentina, 2019), se muestra una descripción completa de 32 procesos de licitación desarrollados entre los años 2015 y 2019,

encontrándose que solo tres usaron el modelo de sobre cerrado a primer precio, uno usó el modelo de sobre cerrado a segundo precio y los demás usaron el modelo de múltiples rondas (SMRA, CCA o similar).

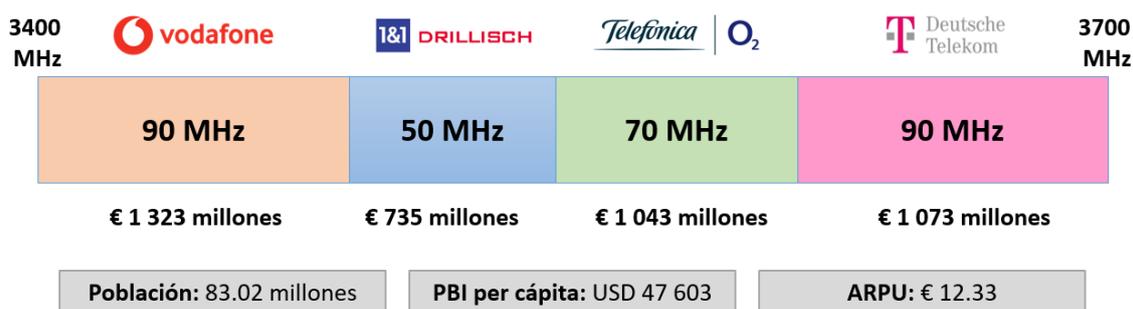
A continuación, se presenta un análisis de las reglas y mecanismos usados en algunos procesos de licitación (algunos culminados y otros que aún no se realizan pero que a la fecha cuentan con reglas claras, es decir, con bases publicadas) enfocados en bandas para el desarrollo de la tecnología 5G. También se describen algunas lecciones aprendidas de subastas realizadas en América Latina para el despliegue de tecnología 4G.

3.1. Procesos de licitación 5G realizados en el 2019 y 2020

Alemania:

En junio de 2019 después de 497 rondas, se culminó el proceso de licitación de la banda de 2.1 GHz (*duplexaje* FDD) y la banda de 3.5 GHz (*duplexaje* TDD). En la banda de 3.5 GHz, la cual aplica para 5G, se asignaron 300 MHz de espectro TDD y se recaudó, en un escenario de pre-pandemia de COVID-19, más de 4 100 millones de Euros.

Gráfico 13. Resultados de la licitación 5G en Alemania

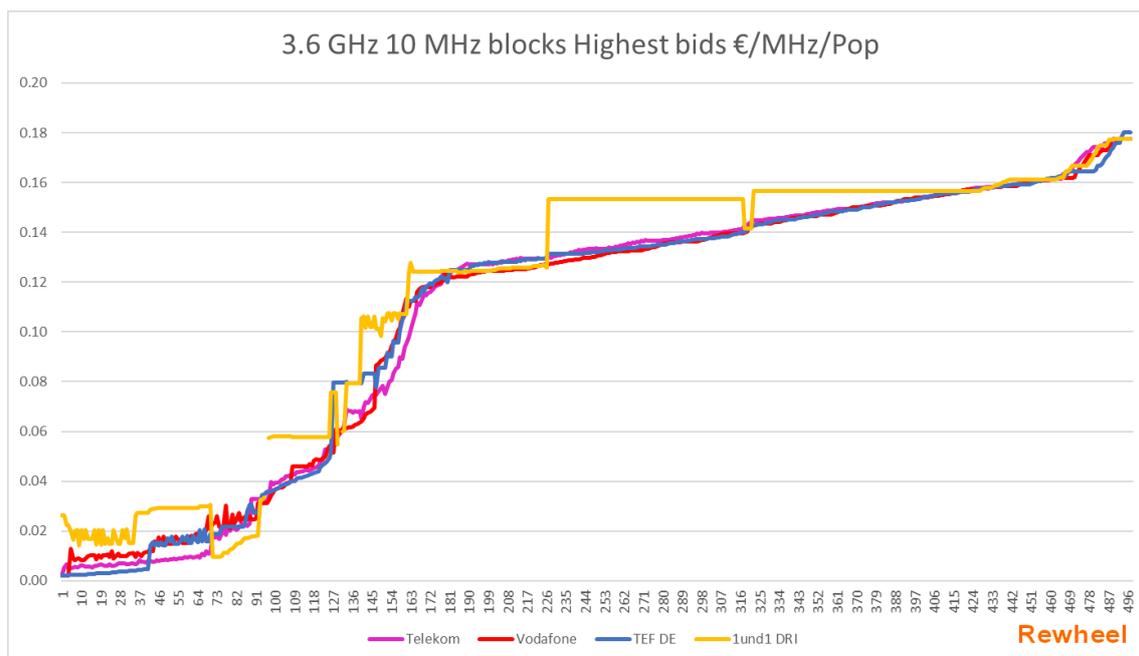


Elaboración: Propia usando información de (Bundesnetzagentur, 2019)

El proceso de licitación usó el esquema SMRA, y tuvo una duración de 52 días. La lección aprendida de esta subasta es la duración del proceso de licitación. Aplicar un modelo como este en el Perú, significaría un reto importante, por tanto, de ser el caso, se deben diseñar las reglas necesarias para evitar que el proceso tenga una duración “excesiva”.

En el Gráfico 14 se muestra la evolución de los precios, desde un valor mínimo hasta llegar al valor final.

Gráfico 14. Evolución de los precios por bloque en la licitación 5G de Alemania



Fuente: (Rewheel, 2019).

Estados Unidos:

Recientemente la FCC ha licitado diversas bandas para el despliegue de la tecnología 5G (FCC, 2020b), usando tanto el esquema de reloj ascendente como el esquema SMRA, tal como se señala en la Tabla 9. Cabe precisar que en Estados Unidos es usual el uso de modelos de subastas que implican múltiples rondas.

Tabla 9. Licitaciones 5G en USA

Licitación	Banda	Bloques	Fecha	Esquema	Rondas
101	27.5 - 28.35 GHz	-	24/01/2019	SMRA	176
102	24.25 - 24.45 GHz y 24.75 - 25.25 GHz	7 bloques de 100 MHz	28/05/2019	Reloj Ascendente	91
103	37.6 - 38.6 GHz, 38.6 - 40 GHz y 47.2 - 48.2 GHz	34 bloques de 100 MHz	5/03/2020	Reloj Ascendente	176
105	3550-3650 MHz	-	25/08/2020	Reloj Ascendente	76

Elaboración: Propia usando información disponible en (FCC, 2020b).

La licitación 103 es una de las subastas más grandes realizadas en la historia de Estados Unidos, al poner a disposición un total de 3.4 GHz de ancho de banda (DPL News, 2019). Esto evidencia que 5G es una tecnología que rompe los modelos tradicionales de asignación de anchos de banda.

Por otro lado, la FCC tiene planeado licitar parte de la banda de 3.8 GHz:

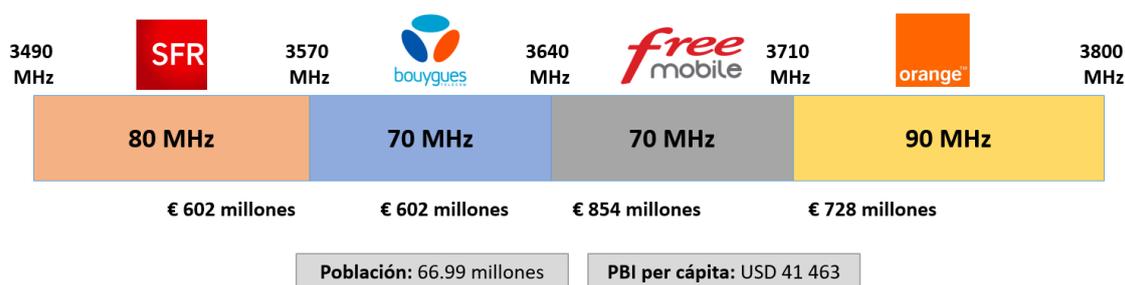
- Licitación 107 (Banda de 3.7-3.98 GHz): Inició el 8 de diciembre de 2020. La primera parte culminó el 15 de enero de 2021, la etapa de asignación inició el 26 de enero de 2021 y se espera que en las próximas semanas se tengan los resultados de la “etapa de asignación” (FCC, 2021).

Cabe señalar que Estados Unidos fue uno de los primeros países en usar los modelos de subasta de múltiples rondas. De los resultados, se observa que la demanda de espectro es alta, lo cual tiene como resultado que exista una fuerte puja por el recurso. Asimismo, las asignaciones no son nacionales sino por Estados o zonas censales.

Francia:

Después de tres días de puja, y 17 rondas, el 1 de octubre de 2020, ARCEP (regulador de telecomunicaciones de Francia) anunció los resultados de la subasta de la banda de 3.5 GHz. El Estado puso en oferta 310 MHz de espectro en el rango de 3.4 a 3.8 GHz, asignándose el 100% del total de espectro, y recaudándose un total de 2 786 millones de euros. El precio por cada bloque de 10 MHz creció de 85 a 126 millones de Euros. Los detalles del resultado se muestran en el Gráfico 15.

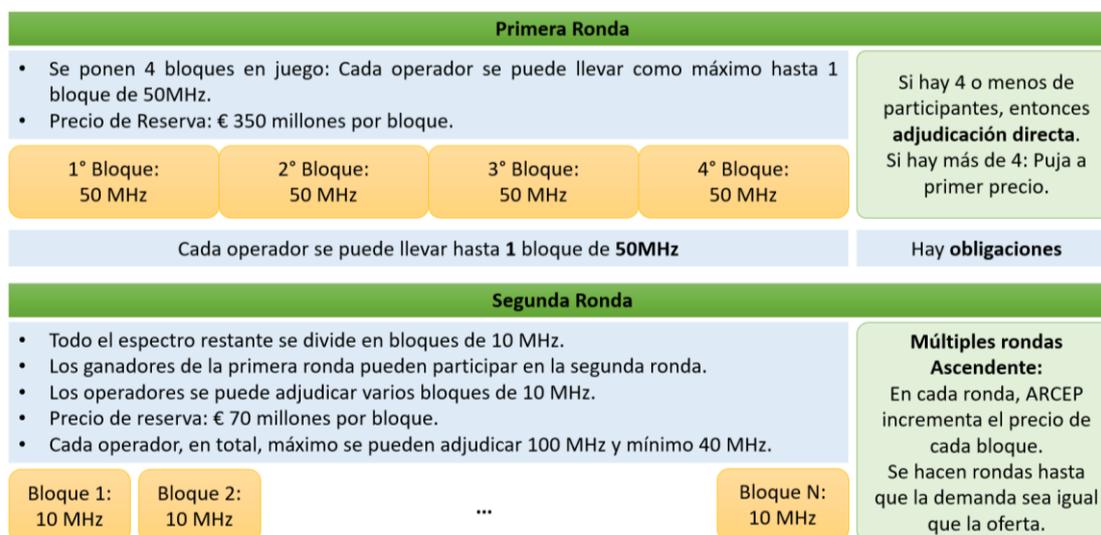
Gráfico 15. Resultados de la licitación 5G en Francia



Elaboración: Propia usando información de (ARCEP, 2020)

El enfoque que usó ARCEP es útil para el presente análisis, en la medida que puso en marcha lecciones aprendidas de sus anteriores procesos de licitación, diseñando un proceso que involucra pagos por el espectro, obligaciones de despliegue de infraestructura, esquema de múltiples rondas y un esquema de Vickrey para determinar la ubicación de la banda, tal como se describe en el Gráfico 16.

Gráfico 16. Francia: Reglas de la subasta de 310 MHz de la banda de 3.4 a 3.8 GHz



Elaboración: Propia usando información de (ARCEP, 2019b).

El enfoque es interesante porque ARCEP, antes de lanzar la versión final de las bases del proceso, realizó consultas en la Unión Europea a diversos reguladores e interesados (ARCEP, 2019a). Así, a partir de sus lecciones aprendidas y a los comentarios recibidos, diseño un esquema mixto. En el Gráfico 17 se muestra que Francia ha pasado de tener un esquema similar al peruano a un esquema mixto.

Gráfico 17. Evolución de los diversos mecanismos de subasta en Francia



Elaboración: Propia usando información de (ARCEP, 2018) y (ARCEP, 2019b).

Grecia:

En setiembre de 2019, la EETT (*Hellenic Telecoms and Post Commission*) publicó las condiciones para el proceso de licitación de las bandas de 700 MHz, 2 GHz, 3400 – 3600 MHz y 26 GHz, siendo estas dos últimas las que tienen el mayor potencial para el desarrollo de la tecnología 5G. El modelo usado es el de subasta de múltiple ronda CCA con precio ascendente, tal como se propuso en el documento de consulta pública (EETT, 2020a). Se incluyen

obligaciones de velocidad (100 Mbps) y cobertura (banda de 700 MHz: 99% de la población por cada unidad geográfica y la banda de 3.5 GHz: 20% de la población).

Tabla 10. Licitación de espectro 5G en Grecia

Banda	Rango
3.5 GHz	3410 - 3540 MHz y 3600 - 3800 MHz
2 GHz	1920 - 1980 / 2110-2170 MHz
700 MHz	703-733 / 758-788 MHz
26 GHz	26.5-27.5 GHz

Elaboración: Propia usando información disponible en (EETT, 2020b).

En diciembre de 2020, luego de 6 rondas realizadas el mismo día, se asignó el espectro recaudando un total de 372.3 millones de euros y se espera que los primeros despliegues comerciales se realicen en la primera mitad del año 2021 (Commsupdate, 2020). Los resultados de la subasta (ver Gráfico 18) evidencian que el pago por la banda de 26 GHz fue menor al realizado por la banda de 3.5 GHz, pese a que la cantidad de espectro es mayor (hasta 125 MHz más); asimismo, se observa que para el caso de la banda de 3.5 GHz se pagaron montos muy por debajo de los pagados en Francia.

Gráfico 18. Resultados de la licitación 5G en Grecia



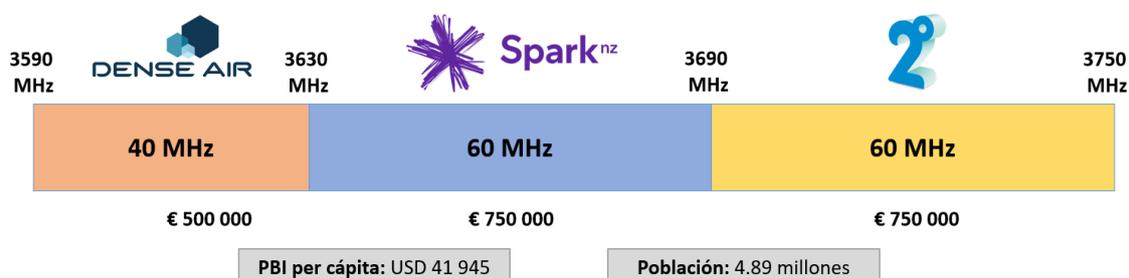
Elaboración: Propia usando información de (Commsupdate, 2020).

Nueva Zelanda

El año 2019, Nueva Zelanda anunció que la banda de 3.5 GHz se licitaría en dos etapas: La primera (denominada *Short-Term rights*) contemplaría derechos de uso de mediados de 2020 a octubre de 2022, y la segunda etapa (denominada *Long-Term rights*) contemplaría derechos de uso a partir del noviembre de 2022.

No obstante, en la medida que surgió la pandemia de COVID-19, finalmente el gobierno decidió realizar una asignación directa a los 3 operadores que operan en dicho país. Para tal efecto se fijó un pago de \$ 250 000 (dólares de Nueva Zelanda) por cada canal de 20 MHz. Cabe señalar que dicha asignación directa es solo por el periodo que culmina en el año 2022, siendo que es probable para el periodo que inicia en el año 2022, si se realice un proceso de licitación.

Gráfico 19. Asignación directa de espectro 5G en Nueva Zelanda



Elaboración: Propia usando información de (RSM, 2020).

Este caso es relevante y novedoso en la medida que el Estado decidió prescindir del desarrollo de un proceso de licitación. En cierta forma la medida es razonable debido a que la asignación es solo por un periodo de 27 meses. Cabe señalar que en el caso de la subasta 5G realizada en Francia, la primera etapa (los primeros 50 MHz) también contemplaron el escenario de asignación directa (con pago de 350 millones de Euros por bloques de 50 MHz más obligaciones de cobertura), cuando la demanda sea menor o igual que la oferta.

3.2. Procesos de licitación realizados en la región

A continuación, se muestra el caso de 4 países de la región que, si bien no son subastas para 5G, han usado en sus procesos de licitación, esquemas de múltiples rondas:

Brasil:

En Brasil, la ANATEL (*Agência Nacional de Telecomunicações*) ha usado un esquema de múltiples rondas, tanto para la subasta de la banda de 2.6 GHz realizada en el 2012 como en la subasta de la banda de 700 MHz realizada en el 2014 (5G Americas, 2019). En el caso de la licitación de la banda de 700 MHz se adjudicaron 4 bloques de 10+10 MHz de espectro por un monto de 2 400 millones de dólares (los montos pagados no superaron ni el 1% del precio base), quedando dos bloques desiertos (es decir, la oferta fue mayor a la demanda).

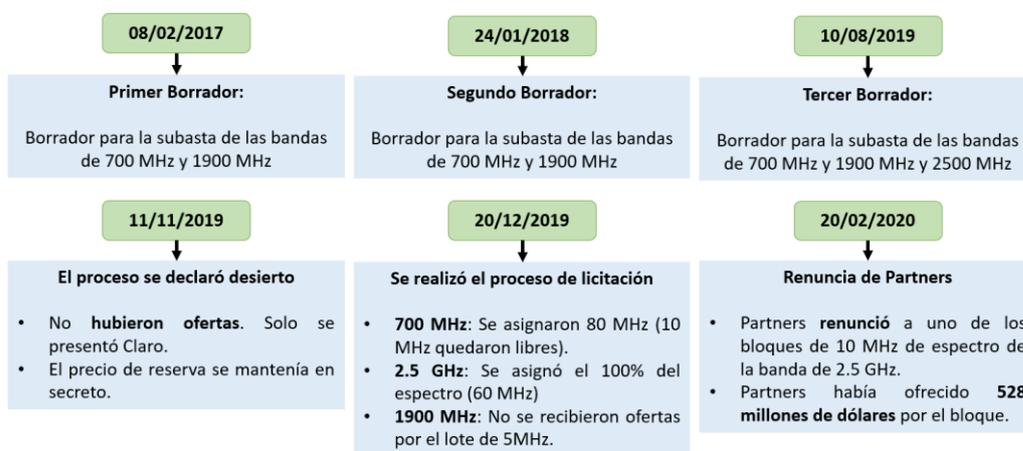
Sin duda la lección aprendida de este proceso es que la valoración del espectro no debe estar por encima de los precios de mercado porque desincentivará la demanda y que además en la medida de lo posible se deben licitar bandas de espectro que no cuenten con interferencia de otros servicios.

Colombia:

En diciembre de 2019, luego de más de dos años de la consulta pública realizada por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MINTIC), se adjudicaron 140 MHz de las bandas de 700 MHz y 2.5 GHz. De acuerdo con (Certicamara, 2020) el proceso tuvo una duración de 7 secuencias. Este caso es importante, porque es la primera vez que Colombia planteó un esquema de múltiples rondas que involucraba un índice compuesto por precio y cobertura (los procesos de licitación anteriores, solo se basaron en precios). Un aspecto importante del diseño de la subasta, es que se cuenta con la opción para realizar el pago del espectro hasta por 17 años (MINTIC, 2020a).

El proceso estuvo plagado de mucha polémica debido a que en una primera oportunidad el proceso se declaró desierto, y luego en la etapa final uno de los operadores renunció a uno de los bloques de espectro que se había adjudicado. El Gráfico 20 muestra los principales hitos del proceso.

Gráfico 20. Subasta de las bandas de 700 MHz, 1900 MHz y 2.5 GHz en Colombia



Elaboración: Propia usando información de (MINTIC, 2019) y (Telesemana, 2020a).

Sin duda, este proceso deja una gran lección aprendida de la aplicación de esquemas de múltiples rondas en la región. En efecto, producto de la lección aprendida, Colombia ha abierto una convocatoria para que los operadores declaren interés en las bandas de espectro de 700 MHz, 1900 MHz, 2.5 MHz y 3.5 GHz, siendo esta última la que permitiría la implementación del 5G (MINTIC, 2020b).

México:

En los últimos años, México viene usando esquemas de múltiples rondas para sus procesos de asignación de espectro. Así, por ejemplo, para la licitación de 90 MHz de la banda AWS, realizado en el 2016 y la licitación de 120 MHz de la banda de 2.5 GHz, realizado en el 2018, se usaron los modelos de CCA y Reloj Ascendente Simultaneo (IFT, 2018).

En el caso de la licitación de la banda AWS (proceso conocido como Licitación 3), el proceso solo tuvo una ronda de reloj (IFT, 2016), y hubo exceso de oferta, tal como se muestra en el Gráfico 21.

Gráfico 21. Licitación de la banda AWS en México



Elaboración: Propia usando información de (IFT, 2020).

Asimismo, para el caso de la licitación de la banda de 2.5 GHz (proceso también conocido como licitación IFT-7), pese a que estaba previsto realizar múltiples rondas, en la etapa de adjudicación solo hubo una sola debido a que no hubo exceso de oferta ni demanda. Asimismo, en la etapa de asignación (es decir, para decidir en qué parte de la banda se ubicará finalmente el operador), solo un operador presentó oferta.

La lección aprendida de los procesos de licitación realizados en México, y tal como se señala en (Aetha, 2018), es que se debe realizar una adecuada valoración del espectro para que no haya un exceso de oferta. Asimismo, se observa que la IFT migró de un esquema CCA a un esquema de Reloj Ascendente Simultáneo.

Paraguay:

Para la licitación de la banda de 700 MHz (rango 703-748 MHz a 758-803 MHz) se usó un esquema SMRA (CONATEL, 2017). Se impusieron obligaciones de cobertura en carreteras

(100% para algunas vías y 30% para otras) (Telesemana, 2018). Se partió de una valoración bastante baja del espectro (500 000 dólares en total) y luego de las múltiples rondas, se logró recaudar 84.5 millones de dólares.

La lección aprendida de este proceso es que, al partir de un precio base bajo, el precio final del espectro lo decide el mercado. Además, se resalta la obligación de ofrecer cobertura en carreteras.

3.3. Procesos de licitación 5G con bases publicadas

A continuación, se presenta una descripción del proceso de licitación 5G para Chile, que actualmente se encuentra en desarrollo:

Chile:

En agosto de 2019, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) anunció el proceso de licitación de 4 bandas de espectro: 700 MHz, AWS, 3.5 GHz y 26 GHz. Si bien el proceso ha sido denominado como “Concurso público 5G”, en la práctica solo la banda de 3.5 GHz y la banda de 26 GHz son específicamente para tecnologías 5G, mientras que las bandas de 700 MHz y AWS aplican tanto para la tecnología LTE-Advanced Pro como para la tecnología 5G. De acuerdo con la SUBTEL, el modelo usado será “*licitación combinatoria de primer precio a sobre cerrado*” para las bandas de 700 MHz, AWS y 3.5 GHz.

La Tabla 11 muestran los detalles del proceso de licitación en los que se resalta la obligación de cobertura por medio de velocidades. Así, se propone velocidades de 6 Mbps para la tecnología 4G y velocidades de 18 a 360 Mbps en caso se implemente la tecnología 5G. Las obligaciones de cobertura son en función a la velocidad en un determinado polígono entregado por la SUBTEL.

En noviembre, como parte de la primera etapa, diversas empresas presentaron ofertas para participar, siendo que se espera que el proceso culmine en febrero de 2021 (Telesemana, 2020b). Posteriormente en enero de 2021 la SUBTEL anunció que, luego de evaluar las ofertas técnicas, las bandas de 700 MHz, AWS y 3.5 GHz se asignarán por medio de un proceso de licitación, mientras que en el caso de la banda de 26 GHz la asignación será directa (aún no se han precisado los detalles de su implementación) para todos los ofertantes (SUBTEL, 2021). En efecto, de acuerdo con (DPL News, 2021) el operador WOM se adjudicó el bloque de la banda de 700 MHz al realizar un pago de 82.5 millones de dólares, ganándole al operador Borealnet quien solo ofreció 47.6 mil dólares.

Tabla 11. Proceso de licitación de espectro en Chile

Banda	Rango	Ancho de Banda	LTE-Advanced Pro		5G	
			Velocidad de Bajada	Velocidad de Subida	Velocidad de Bajada	Velocidad de Subida
700 MHz	703-713 MHz 758-768 MHz	10+10 MHz	6 Mbps	1 Mbps	18 Mbps	3 Mbps
AWS	1755-1770 MHz 2155-2170 MHz	15+15 MHz	6 Mbps	1 Mbps	18 Mbps	3 Mbps
3.5 GHz	3.3-3.4 GHz 3.6-3.65 GHz	3 bloques de 40 MHz	-	-	36 Mbps	3 Mbps
26 GHz	25.9-27.5 GHz	4 bloque de 400 MHz	-	-	360 Mbps	30 Mbps

Elaboración: Propia usando información disponible en (SUBTEL, 2020).

La conclusión de la presente sección es que de toda la casuística revisada se observa que, hay una fuerte tendencia a usar modelos de subasta de múltiples rondas ascendentes, en sus diversas formas, siendo que incluso, países como Chile, que han optado por usar un esquema de sobre cerrado a primer precio, introducido ciertas modificaciones al esquema tradicional. En ese sentido dado que en el Perú se usa el modelo de una sola ronda, corresponde evaluar si bajo un escenario de nuevas tecnologías, es necesario migrar hacia un nuevo esquema de licitación.

4. Modelo cualitativo para evaluar los esquemas de asignación de espectro

De acuerdo con el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), el espectro radioeléctrico que se usa para la prestación de servicios IMT solo puede ser asignado mediante un proceso de licitación, sea si se encuentra en la provincia de Lima y Callao o en el resto del territorio nacional (MTC, 2018c).

En esa línea, a partir de lo señalado en las secciones 1, 2 y 3 del presente capítulo del trabajo de investigación, a continuación, se presenta un análisis cualitativo para determinar el mecanismo de asignación de las bandas de espectro en un escenario de nuevas tecnologías.

En la primera parte, en base a la revisión teórica realizada, las lecciones aprendidas de los procesos de licitación y los comentarios recogidos en las entrevistas realizadas a expertos (para mayor detalle, revisar el Anexo 2), se describen diversos aspectos que permitirán más adelante, en una segunda parte, diseñar un modelo cualitativo para evaluar el esquema actual de licitación de bandas de espectro frente a los nuevos modelos de licitación.

4.1. Aspectos analizados para la selección de los criterios del modelo cualitativo

4.1.1. Facilidad para realizar los procesos de licitación

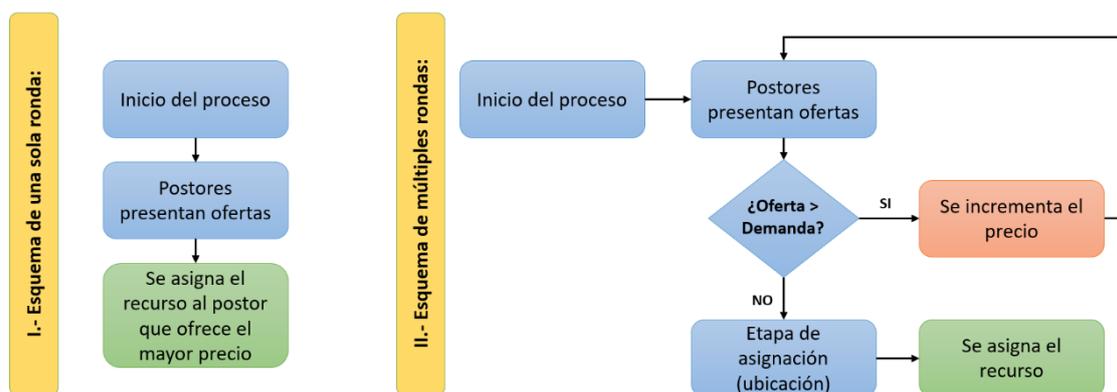
Los procesos de una ronda a sobre cerrado se caracterizan por su rapidez: Solo se requiere que los postores asignen una valoración al bien, la pongan en un sobre y la presenten, y el postor que le asigna la valoración más alta resultará ganador del proceso. Al ser de una sola ronda, la parte final del proceso solo toma algunos minutos: abrir los sobres que presentó cada postor y comparar las ofertas de cada uno.

En contraparte, los procesos de múltiples rondas pueden llegar a demorar horas, días e incluso meses, lo cual podría interpretarse como una forma no adecuada de asignar un recurso, sobre todo por aquellos que no se encuentren familiarizados con los nuevos modelos de licitación. Tal como se evidencia de la experiencia internacional, para el caso de los modelos de múltiples rondas, se tienen casos en los que el proceso ha durado 52 días (la licitación de la banda de 3.5 GHz en Alemania) o un solo día (licitación de 4 bandas de espectro en Grecia). En ese sentido, en caso se implemente un modelo de múltiples rondas, se debe evaluar usar mecanismos como los usados en Francia o Grecia, que pese a usar esquemas de múltiples rondas, el proceso de licitación duró tres y un día respectivamente.

En el Perú los procesos de una sola ronda tienen más de 20 años funcionando, y son muy conocidos tanto por parte del Estado como por los operadores e interesados en participar en los procesos de promoción. En ese sentido, implementar un nuevo modelo, requiere contar con capital humano, en ambos lados, que comprenda claramente el funcionamiento de los nuevos esquemas de subastas y, desde el Estado, sepan transmitir y aplicar adecuadamente las condiciones bajo las cuales se realizarán estas. Así, al ser una nueva forma de hacer procesos de licitación, podría introducir cierta complejidad en el proceso (por ejemplo, algún operador podría alegar que tiene que contratar consultores especializados, lo cual le podría generar sobrecostos). Algunos de los entrevistados señalan que, por parte del Estado, para que este cuente con personal calificado, se requiere que capacite a sus profesionales para que comprendan las reglas y estructura de los nuevos modelos de subastas. Luego de definido el diseño del proceso de adjudicación, será necesario que se realicen simulaciones de subasta con los postores, para que estos comprendan el funcionamiento del nuevo modelo de licitación.

En el Gráfico 22 se presenta de forma resumida la diferencia entre el esquema tradicional (sobre cerrado de una sola ronda) y un esquema basado en múltiples rondas (el precio se incrementa en cada ronda).

Gráfico 22. Comparación de la rapidez del proceso de licitación



Elaboración: Propia.

Así, la conclusión de esta sección es que en el Perú los modelos de subastas de una sola ronda son conocidos por todos los miembros del sector, por tanto, introducir un nuevo modelo basado en múltiples rondas podría generar dificultades en el desarrollo del proceso.

4.1.2. Asimetría de información y descubrimiento de precios

La asimetría de información está presente en todo proceso de licitación. Por un lado, el Estado realiza la valoración del espectro considerando diversos supuestos. Dichos cálculos permiten tener una idea general del valor que tiene el espectro. El valor del bien a licitar, en nuestro país, se le conoce como “Precio Base”. La complejidad del cálculo de un precio base adecuado se incrementa en la medida que, a diferencia de otros sectores, la industria de telecomunicaciones se encuentra en constante evolución.

Por su parte los postores realizan sus respectivos cálculos para conocer la disposición a pagar que tienen, para ello hacen uso del *know how* que tienen de la industria y en específico de los costos de inversión, operación y mantenimiento. Así, pueden calcular el monto que esperan pagar por una determinada banda. Estas valoraciones iniciales, por lo general se mantienen en el ámbito privado de cada postor. Cabe señalar que la valoración que hace un postor puede diferir de la valoración de otro postor, debido al tamaño del mercado o a otras variables.

En estas dos valoraciones, la realizada por el Estado y la realizada por los postores, se pueden dar los siguientes casos:

- El Estado calcula el Precio Base muy por debajo del precio estimado por los postores.
- El Estado calcula el Precio Base similar al precio estimado por los postores.
- El Estado calcula el Precio Base muy por encima del precio estimado por los postores.

Así, producto de la asimetría de información, se desconoce si el precio base es adecuado o se condice con las valoraciones realizadas por los postores.

En este escenario, de aplicarse un esquema de subasta de sobre cerrado a primer precio, en la medida que el proceso culmina en una única ronda, no existe una etapa de descubrimiento de precios. Esto podría ocasionar que un postor que tenga una alta valoración del espectro, y que no esté dispuesto a perder el proceso, ofrezca un monto muy por encima del valor real del mismo, lo cual inclusive podría comprometer su incentivo para realizar inversiones.

Por otro lado, en un escenario de múltiples rondas, y partiendo de un supuesto de un precio base razonable (elaborado, por ejemplo, usando un benchmarking de los países de América Latina, con un respectivo ajuste de variables), se da la oportunidad para que los postores muestren sus disposiciones a pagar por una determinada cantidad de espectro.

Dos de los expertos entrevistados señalaron que, dado este esquema podría prestarse a prácticas colusorias, razón por la cual este riesgo debe ser evaluado por el Estado a efectos de que los procesos de promoción cuenten con mecanismos que mitiguen este tipo prácticas que afectarían el principio de competencia. Por ejemplo, los expertos indicaron que, en Colombia, durante la etapa de descubrimiento de precios, las personas encargadas de realizar la puja están ubicados en una habitación sin comunicación con el exterior, quitándoles acceso a cualquier tipo de dispositivos electrónicos.

Como conclusión de esta sección, se evidencia que un modelo de múltiples rondas contribuye al descubrimiento de precios con lo cual se disminuye la asimetría de información. El modelo de múltiples rondas, partiendo del supuesto de un precio base razonable, contribuye a que el bien se asigne con el precio que el mercado está dispuesto a pagar.

4.1.3. Asignación eficiente del recurso

El espectro, al ser un recurso escaso, se requiere que su asignación sea eficiente y que reduzca el riesgo de agregación o exposición (*exposure risk*)¹⁵. En ese sentido, (IFT, 2018) y (NERA, 2020) señalan que los modelos de múltiples rondas son los que permiten realizar una asignación eficiente del recurso, frente a los modelos de una única ronda, reduciendo el riesgo de agregación o exposición.

¹⁵ (IFT, 2018) señala que el riesgo de exposición “*Implica obtener una asignación que disminuya su beneficio (es decir, quedarse con un bien no deseado: por ejemplo, un zapato izquierdo).*”

Tal como se señaló en la sección 1.1 del presente capítulo, en el modelo de una sola ronda se licitan bloques de ancho de banda fijo, lo cual obliga a que los postores (sin importar el tamaño o la valoración que hicieron del bien) pujen por bloques fijos, quitándoles la posibilidad de que pujen por anchos de bandas diferenciados.

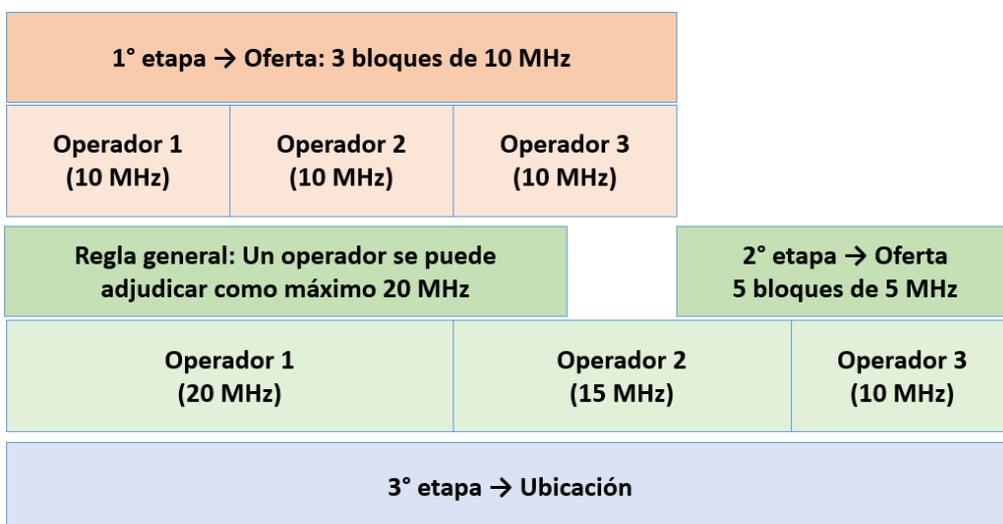
Por otro lado, un esquema de múltiples rondas, con las reglas adecuadas, permite que el operador pueda armar su paquete de espectro requerido, lo cual contribuye a una asignación eficiente del recurso.

En efecto, si este concepto se traslada a la licitación de la banda AWS, en lugar de contar al año 2014 con dos operadores que ofrezcan LTE, se hubiese tenido la posibilidad de que tres operadores ofrezcan dicha tecnología usando bandas de espectro limpias, sin necesidad de verse obligados a hacer un *refarming* (cambio en el uso del espectro de una tecnología a otra) de espectro. Así, un posible resultado, más eficiente que el obtenido en el año 2013, hubiese sido:

- Operador con alta valoración del bien: Se asigna 20+20 MHz.
- Operador con valoración media del bien: Se adjudica 15+15 MHz.
- Operador con baja valoración del bien: Se adjudica 10+10 MHz.

Un ejemplo de posibles reglas del proceso de licitación de la banda AWS, se describe en el Gráfico 23.

Gráfico 23. Propuesta de licitación de la banda AWS realizada en el año 2013*



Elaboración: Propia. * Por simplicidad solo se muestra una parte del bloque FDD.

En efecto tal como se señaló en la sección 1.1 del presente capítulo, y de acuerdo con lo indicado por algunos de los entrevistados, se perdió la oportunidad para que el año 2014 se cuente con 3 operadores ofreciendo la tecnología 4G. Más aun cuando luego de la licitación de la banda AWS, uno de los postores tuvo la intención de transferir una porción de espectro a uno de los operadores que no ganó espectro en dicho proceso. Este hecho evidenció que uno de los operadores tuvo la intención de desprenderse de una porción de espectro.

Otro ejemplo que evidencia el riesgo de exposición es la subasta de la banda de 900 MHz, la cual se adjudicó a Viettel. En el caso de Lima, el citado operador se adjudicó 13+13 MHz de ancho de banda. Sin embargo, y de acuerdo con lo indicado en la Tabla 4, el operador al implementar la tecnología 4G en esta banda, solo puede usar 10+10 MHz de espectro, quedando 3+3 MHz sin poder usarlos, debido a una limitación propia de la tecnología. En un esquema de subastas, bajo un modelo de múltiples rondas con canales de 5+5 MHz, el operador solo hubiese pujado por 2 canales de 5+5 MHz, que es una cantidad de espectro que satisface sus necesidades.

La conclusión de esta sección es que los modelos de múltiples rondas, al licitar el espectro en bloques o canales, con la opción para que los postores puedan armar paquetes, contribuyen con una asignación eficiente del recurso, disminuyendo el riesgo de exposición, frente a un modelo de sobre cerrado a primer precio.

4.1.4. Naturaleza del espectro como múltiple objeto

El espectro radioeléctrico se comporta como un bien de múltiple objeto en la medida que por lo general no solo se subasta una parte sino varias a la vez (lo que se conoce como canales). Para ello es necesario que el tamaño de cada canal sea pequeño, de tal forma que se puedan formar grupos o bloques, acorde a las necesidades de espectro de cada postor.

En los dos últimos procesos de licitación realizados en el Perú, la oferta de canales fue la siguiente:

- Banda AWS: 2 canales de 20+20 MHz.
- Banda de 700 MHz: 3 canales de 15+15 MHz.

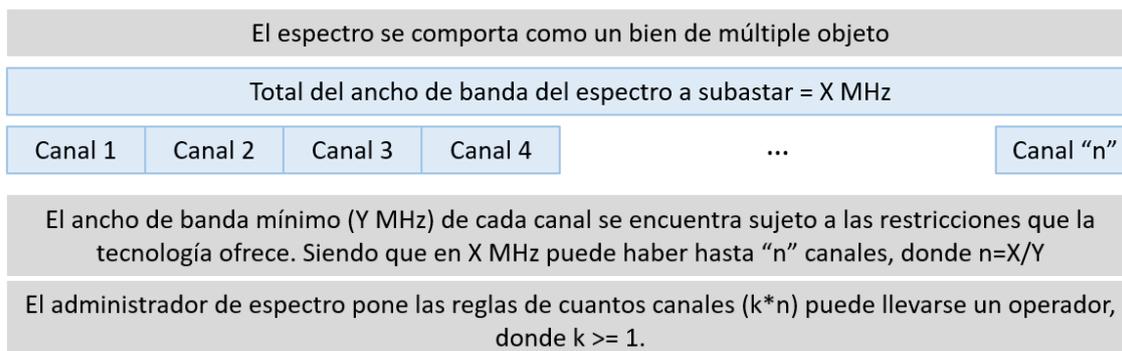
Lo anterior evidencia que, en las dos últimas subastas, el espectro se comportó como un bien de múltiple objeto, en la medida que el Estado puso en oferta más de un canal de espectro. Si bien se pudo poner en oferta canales más pequeños, como por ejemplo canales con anchos de banda de 5+5 MHz, de tal forma que el mercado pueda armar sus bloques en función a sus planes de negocio, en el caso de la Banda AWS se priorizó que los operadores tengan la máxima cantidad

de espectro para ofrecer la velocidad más alta. Así, en este caso, se dejó de lado, el criterio de que más jugadores (por ejemplo, 3 operadores) puedan contar con espectro para el despliegue de la tecnología 4G, priorizando el máximo ancho de banda que soporta la tecnología (lo cual, tal como se muestra en la Sección 1.1 del presente Capítulo, luego se evidenció que no es un argumento cierto).

Evidentemente en un escenario de 5G, en la medida que trabaja con anchos de banda en el orden de cientos de MHz, no es recomendable que los canales sean de un ancho de banda pequeño (como 5+5 MHz), sino más bien que tengan un ancho de banda razonable (por ejemplo, se podría considerar canales de 20 MHz hacia arriba).

En el Gráfico 24 se muestra como un determinado ancho de banda puede ser dividido en varios canales, los cuales pueden ser asignados a múltiples operadores con anchos de banda flexibles. La característica de múltiple objeto se hace más evidente, cuando el administrador de espectro decide subastar más de una banda a la vez (por ejemplo, subastar la banda de 2.5 GHz junto con la banda de 3.5 GHz, e inclusive con la banda de 26 GHz).

Gráfico 24. Espectro como bien de múltiple objeto



Elaboración: Propia.

Usar un modelo de subastas de múltiples rondas contribuye a que, dado el comportamiento de múltiple objeto, los operadores tengan la flexibilidad para asignarse el número de canales que requieren para satisfacer su modelo de negocio o su capacidad de pago. Este punto es importante, en la medida que las nuevas tecnologías como el 5G, pueden operar con diversos anchos de banda, algo que no se podía realizar con la tecnología 2G o 3G.

En efecto, en el último documento de trabajo publicado por el MTC se propone subastar la banda de 3.5 GHz junto con la banda de 26 GHz usando un modelo de subasta combinatoria de reloj, con lo cual, se evidencia que el MTC ha puesto en consideración la idea de subastar el espectro

usando un modelo de múltiple objeto. Asimismo, tal como se señaló en la sección 1 del Capítulo II, la teoría de subastas refuerza la idea de que el espectro radioeléctrico es un bien de múltiple objeto.

La conclusión de la presente sección es que el espectro se comporta como un bien de múltiple objeto, por tanto, en un escenario de nuevas tecnologías, usar modelos de subastas de múltiples rondas, contribuye a que los operadores tengan la flexibilidad para pujar por diferentes anchos de banda.

4.1.5. Maldición del ganador

La maldición del ganador se hace presente cuando un postor hace una oferta que se encuentra muy por encima del valor real del bien que se subasta, lo cual podría tener como resultado que luego no cuente con el flujo de caja suficiente para realizar las respectivas inversiones. La teoría de subastas señala que este problema se hace más evidente en los modelos de una sola ronda, sin embargo, se encontró que, también se puede encontrar en las subastas de múltiples rondas (Zehle, 2013).

En el caso de Colombia, algunos de los entrevistados señalaron que, las reglas del proceso de la última licitación de espectro no fueron claras, y contribuyeron a que el operador Partners realice ofertas temerarias, con lo cual se generó lo denominado maldición del ganador, impidiendo incluso que el referido operador ejecute el proyecto. En efecto, este hecho, tal como se describe en la sección 3.2 del presente capítulo, tuvo como resultado que el operador Partners devuelva una porción de espectro que inicialmente se había adjudicado.

En ese sentido, uno de los entrevistados señala que con el fin de evitar o desincentivar que un postor realice ofertas temerarias que podría conllevar a que surja el problema de la maldición del ganador, se requiere que las Bases de los procesos de licitación se cuente con los filtros necesarios (años de experiencia, respaldo financiero, mercado, inversiones, etc.) para que se presenten postores serios, y si aun así se siguen dando ofertas temerarias, se debe implementar un mecanismo de penalidades en función al monto ofertado. Al respecto, cabe mencionar que, en el caso peruano se cuenta con el marco normativo que permite adoptar medidas que mitiguen el riesgo de que se genere la maldición del ganador en un proceso, ello, en tanto que en el numeral 52.3 del artículo 52 del Reglamento del Decreto Legislativo No. 1362, se dispone que le corresponde al Órgano Promotor de la Inversión Privada, implementar mecanismos que permitan mitigar la presentación de ofertas temerarias en las Bases del proceso de selección, en atención a

lo cual, en cada proceso de promoción se evalúa los aspectos que resultan más conveniente implementar para mitigar el riesgo de presentación de ofertas temerarias¹⁶.

De la presente sección se concluye que, el problema de “maldición del ganador”, si bien se puede mitigar con un modelo de múltiples rondas, está presente en todos los procesos de licitación, independientemente del modelo usado.

4.2. Criterios para la comparación de los mecanismos de litación de espectro

En base al análisis realizado en la sección 4.1, corresponde seleccionar los criterios que permitirán evaluar los procesos de licitación de bandas de espectro radioeléctrico. Así, con el fin de evaluar el esquema actual y los nuevos modelos de subasta de espectro, se propone realizar un análisis cualitativo multicriterio¹⁷. Para tal efecto, a partir del análisis académico realizado de la información revisada, de las entrevistas realizadas a 10 expertos nacionales e internacionales en materia de gestión de espectro (en el Anexo 2 se presentan los resultados de las entrevistas), y del análisis realizado en la sección 4.1, para el presente trabajo de investigación se propone considerar los siguientes criterios de evaluación:

- **Facilidad para realizar el proceso de licitación:** Este criterio califica la facilidad, tanto para el Estado como para los postores, de comprender las reglas del proceso de licitación, y por tanto coadyuva con realizar el proceso de forma rápida, es decir, que en el menor tiempo posible se conozca a los ganadores del proceso. Además, evalúa que las reglas sean de fácil entendimiento por parte de los postores. Este criterio se obtiene del análisis realizado en la sección 4.1.1 del presente capítulo.
- **Disminución de la asimetría de información:** Este criterio permite evaluar los diversos aspectos que contribuyen a disminuir la asimetría de la información, tanto para los postores como para el Estado. Más aun cuando los operadores son los expertos en el despliegue de redes de telecomunicaciones, cuentan con información certera con respecto a los costos en los que se incurre para desplegar, operar y mantener una red móvil. Evalúa

¹⁶ Sobre el particular, cabe mencionar que, en aplicación de lo dispuesto en el numeral 52.3 del artículo 52 del Reglamento del Decreto Legislativo No. 1362, aprobado por Decreto Supremo No. 240-2018-EF, Proinversión ha venido implementando mecanismos para mitigar ofertas temerarias en los concursos, como por ejemplo, en las bases del Concurso de Proyectos Integrales para la entrega en concesión del proyecto “Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito de Tambopata, distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios”, proyecto en el cual se ha dispuesto el incremento de la Garantía de Cumplimiento del Periodo de Diseño y Construcción en caso de ofertas temerarias.

¹⁷ Tal como se indicó en el Capítulo III (Marco Metodológico) del presente trabajo de investigación, este mecanismo de evaluación está contemplado por el MEF, OSINERGMIN y OSIPTEL.

si el modelo contribuye a implementar un mecanismo de descubrimiento de precios. Este criterio se obtiene del análisis realizado en la sección 4.1.2 del presente capítulo.

- **Asignación eficiente del recurso:** Este criterio evalúa si el mecanismo propuesto coadyuva con la asignación eficiente del recurso, en la medida que contribuye a asignar el espectro que efectivamente requiere el operador, disminuyendo el riesgo de exposición. Este criterio se obtiene del análisis realizado en la sección 4.1.3 del presente capítulo.
- **Flexibilidad para asignar diversos tamaños de bloques de espectro:** Este criterio evalúa la flexibilidad que tiene el Estado para asignar anchos de banda de diversos tamaños, respetando los topes establecidos en el marco legal y teniendo en cuenta un tope mínimo que garantice una prestación adecuada del servicio. Esto permite que los operadores puedan implementar un caso de negocio exitoso, acorde a su capacidad de pago o modelo de negocios. En un escenario de nuevas tecnologías se tiene que los anchos de banda de espectro son más grandes que las tecnologías predecesoras, y por tanto la oferta de espectro es mayor. Este criterio se obtiene del análisis realizado en la sección 4.1.4 del presente capítulo.

Cabe señalar que también se evaluaron criterios de i) facilidad para el ingreso de nuevos entrantes, ii) apertura para el ingreso de mercados verticales (este punto lo comentó uno de los entrevistados, de tal forma que se permita el ingreso de operadores pequeños para implementar un modelo de negocios de nicho) y iii) facilidad para introducir obligaciones de cobertura, sin embargo, se encontró que dichos criterios pueden ser implementados en el proceso de licitación, independientemente del mecanismo de asignación que se utilice. Para ello, en las Bases se requiere incorporar reglas que permitan que estos criterios se apliquen en los procesos de subasta, acorde al objetivo que el Estado persigue. Por otro lado, también se evaluó cuál de los dos esquemas contribuye a disminuir la “maldición del ganador”, y se encontró que, si bien dicho riesgo ocurre con mayor frecuencia en las subastas de sobre cerrado a primer precio, también se puede encontrar en las subastas de múltiples rondas (ver sección 4.1.5 del presente capítulo).

4.3. Puntajes y ponderación para realizar el análisis multicriterio

Para evaluar cada uno de los criterios seleccionados se asignará un puntaje de (-1 a 1), en función a como el criterio contribuye con implementar un determinado mecanismo de asignación¹⁸:

¹⁸ Cabe señalar que esta metodología de 3 valores (-1, 0 y 1) es usada en algunos análisis de impacto regulatorio de tipo cualitativo. Por ejemplo, revisar página 35 del siguiente informe: <https://www.osiptel.gob.pe/media/fipn45ie/res137-2020-cd-inf099-2020-gprc.pdf>

- **+1:** El criterio contribuye de forma positiva en la propuesta analizada.
- **0:** El criterio es neutral para la propuesta analizada.
- **-1:** El criterio contribuye de forma negativa en la propuesta analizada.

Para ello, en base a los modelos de subastas de espectro revisados en la sección 2 del capítulo II del presente trabajo, se compara, usando el análisis multicriterio, el esquema actual de licitación frente a los modelos de múltiples rondas ascendentes (el cual contiene al modelo SMRA, CCA, reloj ascendente y combinaciones). Así, las dos opciones a evaluar son:

- Opción 1: Mantener el esquema de sobre cerrado a primer precio.
- Opción 2: Migrar hacia un esquema de múltiples rondas ascendentes.

Asimismo, en la medida que se cuenta con 4 criterios, y con el fin de evitar que un criterio tenga mayor peso que otro, se consideró razonable asignar una ponderación de 25% a cada criterio.

4.4. Asignación de puntajes a cada criterio

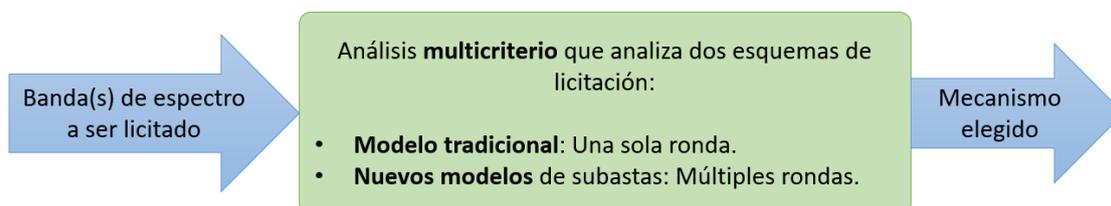
Tal como se indicó en la sección 4.2 del presente capítulo, se evalúan 4 criterios, a los que corresponde asignarle un puntaje de acuerdo con lo señalado en la sección 4.3. En ese sentido, a continuación, se detalla el por qué se asigna un determinado puntaje a cada criterio.

- **Facilidad para realizar el proceso de licitación:** De acuerdo con lo revisado en la sección 4.1.1 del presente capítulo, se asigna puntaje +1 al esquema de sobre cerrado y puntaje -1 al esquema de múltiples rondas.
- **Disminución de la asimetría de información:** De acuerdo con lo revisado en la sección 4.1.2 del presente capítulo, se asigna puntaje -1 al esquema de sobre cerrado y puntaje +1 al esquema de múltiples rondas.
- **Asignación eficiente del recurso:** De acuerdo con lo revisado en la sección 4.1.3 del presente capítulo, se asigna puntaje -1 al esquema de sobre cerrado y puntaje +1 al esquema de múltiples rondas.
- **Flexibilidad para asignar diversos tamaños de bloques de espectro:** De acuerdo con lo revisado en la sección 4.1.4 del presente capítulo, se asigna puntaje -1 al esquema de sobre cerrado y puntaje +1 al esquema de múltiples rondas.

5. Resultados del modelo cualitativo multicriterio y validación de la hipótesis

De esta manera en base a lo señalado en las secciones 1, 2, 3, 4 del presente capítulo, se procede a evaluar el modelo actual de licitación de espectro, frente a un nuevo modelo basado en múltiples rondas ascendentes. En la Tabla 12 se muestra el resultado final obtenido para cada criterio y el detalle de los puntajes y las ponderaciones:

Gráfico 25. Análisis multicriterio¹⁹



Elaboración: Propia.

Tabla 12. Análisis cualitativo multicriterio

Criterio	Peso	Mantener el esquema de sobre cerrado a primer precio	Migrar hacia un esquema de múltiples rondas ascendentes
Facilidad para realizar el proceso de licitación	25%	+1	-1
Disminución de la asimetría de información	25%	-1	+1
Asignación eficiente del recurso	25%	-1	+1
Flexibilidad para asignar diversos tamaños de bloques de espectro	25%	-1	+1
Resultado		-0.50	0.50

Elaboración: Propia.

¹⁹ De acuerdo con (OSIPTEL, 2020d):

“El análisis multicriterio es un método que permite identificar la mejor alternativa a partir de un ranking de alternativas disponibles que se deriva de una ponderación de sub rankings respecto de criterios (o atributos) previamente definidos. Para ello, se deben definir: - Criterios o atributos: son las características respecto de las cuales se calificará a las alternativas disponibles. - Ponderaciones: son los pesos (importancia relativa) que se le otorgará a cada atributo de tal forma que la calificación para un determinado criterio o atributo sea más o menos relevante que el resto. Una vez definidos los criterios (atributos) y las ponderaciones se procede, para cada uno de ellos, a calificar a las alternativas y darles un puntaje ordinal. Dicho porcentaje será ponderado de acuerdo a lo previamente definido. Posteriormente se realiza la suma ponderada de calificaciones y se obtiene un total para cada alternativa, siendo la alternativa elegida la de mayor puntaje ponderado:

$$MAX \left[S_i = w_1s_{i1} + w_2s_{i2} + w_3s_{i3} + \dots + w_ns_{in} = \sum_{j=1}^n w_js_{ij} \right]$$

Donde w_1, \dots, w_n representan las ponderaciones y s_{i1}, \dots, s_{in} , representan las calificaciones (puntajes) otorgadas, a la alternativa i , en cada uno de los criterios (atributos) desde el criterio 1 hasta el criterio n .”

Así, del análisis cualitativo multicriterio realizado se obtiene que la propuesta de “Migrar hacia un esquema de múltiples rondas ascendentes” tiene un puntaje mayor (0.5) respecto a la propuesta de “Mantener el esquema de sobre cerrado a primer precio” que tiene un puntaje menor (-0.5).

El resultado obtenido del análisis multicriterio evidencia que el esquema actual de licitación de bandas de espectro en el Perú no resulta adecuado para las nuevas subastas de espectro, enfocadas en el despliegue de nuevas tecnologías como 5G, debido a que no contribuye a disminuir la asimetría de información, a la asignación eficiente del recurso y a la flexibilidad para asignar diversos tamaños de bloques de espectro.

Cabe señalar que en el capítulo 1 del presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis: *“El mecanismo actual utilizado para las subastas de espectro radioeléctrico que permiten la prestación de servicios inalámbricos no resulta adecuado para las nuevas licitaciones en un escenario de nuevas tecnologías”*. Al respecto, los resultados obtenidos del análisis multicriterio de tipo cualitativo evidencian que el esquema actual de licitación de espectro (sobre cerrado de una sola ronda) no resultaría adecuado para un escenario de nuevas tecnologías, sino más bien se requiere que se implementen modelos basados en múltiples rondas ascendentes, con lo cual se valida la hipótesis planteada.

6. Propuestas para la licitación de bandas de espectro en el Perú

6.1. Propuesta referente al modelo de subasta

Del análisis multicriterio se evidenció que el esquema actual de licitación de bandas de espectro en el Perú no resulta adecuado para las nuevas subastas de espectro, enfocadas en el despliegue de nuevas tecnologías como 5G, debido a que no contribuye a la asignación eficiente del recurso y a la flexibilidad para asignar diversos tamaños de bloques de espectro, generando que se mantenga la asimetría de información sobre la valoración del espectro en el mercado, lo cual impide adoptar políticas públicas adecuadas.

Así, al mantener un esquema tradicional como el empleado actualmente, no se toma en consideración que las nuevas tecnologías, tales como el 5G, pueden ser implementadas usando diversos anchos de banda. La decisión sobre cuanto ancho de banda se usará, dependerá del modelo de negocios de cada operador. Por tanto, los procesos de licitación deben permitir que los operadores pujen por anchos de banda flexibles.

Con el fin de subsanar las deficiencias del modelo actual, y a partir de la evaluación realizada, basada en la experiencia internacional, el enfoque de la teoría de subastas, el escenario de nuevas tecnologías, y el correspondiente análisis cualitativo multicriterio, se propone que los procesos de licitación de nuevas bandas de espectro orientadas al despliegue de nuevas tecnologías, migren del esquema de sobre cerrado de primer precio a esquemas de múltiples rondas ascendentes, tales como la Subasta Simultánea de Múltiples Rondas Ascendentes (SMRA), la Subasta Combinatoria de Reloj (CCA) o similares, descritos en la sección 2 del capítulo II del presente trabajo de investigación.

Usar un enfoque de múltiples rondas ascendentes, permite que los jugadores muestren su disposición a pagar por un determinado bien, lo cual resulta saludable para el mercado, además de ofrecer flexibilidad en el uso del espectro acorde a las nuevas tecnologías y coadyuvar con una asignación eficiente del recurso. Asimismo, los esquemas de múltiples rondas permiten conocer la valoración que cada postor tiene del espectro y por tanto la disposición a pagar por un determinado bloque. Para ello se debe partir de un precio base razonable.

Cabe señalar que, tal cual sucedió en Grecia o Francia, es posible implementar modelos que permitan que el proceso de licitación basado en un esquema de múltiples rondas no tenga una duración de varios días, sino que más bien que en la medida de lo posible, en un único día se conozcan los resultados finales del proceso.

6.2. Propuestas adicionales para ser usados en los futuros procesos de licitación

Una lección aprendida de los últimos procesos de licitación llevados a cabo, en especial de la banda de 700MHz, y tal como se describió en la sección 1.2 del presente capítulo, es que la subasta de una determinada banda de espectro no debería tener fines recaudatorios, debido a que podría comprometer en gran manera las inversiones del sector. Y si, aun así, la política de Estado busca otorgarle cierto valor monetario al espectro, se puede evaluar implementar mecanismos de pagos en 5 o 10 años, similar al usado en Colombia (ver sección 3.2 del capítulo IV), lo cual permitiría disminuir la carga financiera a los operadores. Esto permite que el operador que lo desee pueda contar con un mayor flujo de caja para realizar sus inversiones en infraestructura y resultaría adecuado en un escenario de pandemia mundial de COVID-19. Cabe señalar que uno de los entrevistados indicó que, si bien la propuesta es razonable, se debe contar con las reglas claras para evitar el ingreso de operadores que no cuenten con el capital suficiente para invertir en el país.

Otra lección aprendida es que en tanto las obligaciones monetarias se trasladen en obligaciones de despliegue e infraestructura, con reglas claras, se contribuye con uno de los objetivos de política principales del Estado: Llevar servicios de telecomunicaciones a los que no tienen. Para ello, tal como se realizó en Colombia, y como coinciden algunos de los entrevistados, se debe elaborar un “índice” que contenga una componente de inversión en cobertura y otra, de ser el caso, una componente monetaria. Así, en el modelo de múltiples rondas, más que pujar por un monto en soles, los postores pujarían por un número índice. En caso este número índice tenga una parte monetaria, debe ser ponderado en dos componentes: Pago en soles y compromisos de cobertura a nivel de Centros Poblados (con reglas claras). Para tal efecto, se debe realizar un estudio detallado que determine el valor de cada ponderador²⁰.

Por otro lado, para que un modelo de múltiples rondas tenga éxito, se requiere que el precio de reserva (o índice de reserva) sea razonable. Evidentemente para elaborar dicho índice se requiere realizar un estudio especializado, aplicable a la banda que se licitará. Sin embargo, como primer paso, se propone que para la fijación de los precios de reserva se tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- En la medida de lo posible, se debe buscar que el precio se encuentre acorde al promedio internacional, ponderando las valoraciones que hacen los países que tienen a la expansión de cobertura como objetivo principal de política.
- El precio que se obtenga, del ítem anterior, debe ser coherente y no representar una parte significativa del promedio de inversión en el sector telecomunicaciones (salvo que se trasladen como obligaciones de cobertura).

De manera adicional a lo señalado, se propone que se adopten las siguientes acciones:

- Las políticas de Estado deben apuntar al cierre de brechas: Priorizar la componente de cobertura en zonas que a la fecha no cuentan con cobertura de Internet móvil (en el anexo 1 se muestra que muchos CCPP del Perú no cuentan con cobertura 4G).
- Subastar bandas altas y bajas: Permite que el operador implemente de una forma más fácil, obligaciones de cobertura. Por ejemplo, se puede licitar en conjunto las siguientes bandas: AWS extendido, 2.6 GHz, 3.5 GHz y 26 GHz. Esto permitirá que el operador pueda contar con espectro en bandas altas e incrementar el espectro que cuenta en bandas bajas. Cabe señalar que, de la experiencia internacional analizada en la sección 3 del

²⁰ El cálculo de los ponderadores excede los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

presente capítulo, se evidencia que las últimas subastas de espectro consideran bandas altas y bajas.

6.3. Acerca de los cambios legales requeridos para implementar un nuevo esquema de subastas de espectro

Los primeros procesos de promoción fueron otorgados bajo dos tipos de marco normativo, para el caso de las concesiones, el marco normativo establecido por el “Texto Único Ordenado de las normas con rango de ley que regulan entrega en concesión al Sector Privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos”, aprobado por Decreto Supremo No. 059-96-PCM y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo No. 060-96-PCM. Este marco normativo establecía que la modalidad aplicable para la ejecución de la inversión privada en proyectos de infraestructura y servicios públicos era la concesión. Ello, mediante procesos de promoción diseñados y conducidos por la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas - PROMCEPRI.

A efectos de adjudicar la concesión, el referido marco normativo establecía que resultaría ganadora “la propuesta técnica y económicamente más conveniente” de acuerdo con lo que indique en las bases respectivas, definiendo que para ello se tendría en consideración aspectos tales como: a) El nivel tarifario y su estructura de ser el caso; b) El plazo de otorgamiento de la concesión; c) La oferta financiera; d) Los ingresos garantizados por el Estado; e) El compromiso de riesgo asumido por el oferente, respecto del costo del proyecto y los riesgos en la explotación; f) La fórmula de reajuste de las tarifas y su sistema de revisión, de ser el caso; y, g) Otros servicios adicionales, útiles y necesarios.

En adición con ello, y para el caso de la disposición de activos de propiedad del Estado, se aplicó el Decreto Legislativo No. 674, Ley de Promoción de la Inversión Privada de las Empresas del Estado, en el cual se estableció que la Buena Pro sería otorgada a quien presente la mejor oferta presentada, de acuerdo con el sistema de evaluación preestablecido.

Posteriormente a ello, en el 2008, entró en vigor el Decreto Legislativo No. 1012, “Decreto Legislativo que aprueba la ley marco de asociaciones público - privadas para la generación de empleo productivo y dicta normas para la agilización de los procesos de promoción de la inversión privada”, y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo No. 127-2014-EF, el cual introdujo a las Asociaciones Público Privadas como modalidad de la participación de la inversión privada para la provisión de servicios públicos y de servicios vinculados a éstos que requiera brindar el Estado. Bajo este marco normativo, los procesos de promoción debían ser conducidos por la

Agencia de Promoción de la Inversión Privada – Proinversión y en lo referente a la adjudicación, no se estableció regla alguna con respecto a la forma de elección de la oferta.

Luego, en el 2015, el indicado marco normativo fue sustituido por el Decreto Legislativo No. 1224, “Decreto Legislativo del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos”, y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo No. 410-2015-EF, en el que además de las Asociaciones Público Privadas, se estableció a los Proyectos en Activos como una modalidad de promoción de la inversión privada sobre activos de los Ministerios, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales. Asimismo, se indicaba que en las Bases debían establecerse los criterios de selección y que se seleccionaría la propuesta más favorable al Estado.

En adición a ello, y retornando un poco a lo que se había establecido en el Decreto Supremo No. 059-96-PCM, se mencionó que los criterios de selección podrían ser: a. Menor cofinanciamiento; b. Mayor retribución al Estado; c. Niveles de servicio y estándares de calidad; d. Nivel tarifario y su estructura; e. Diseño y solución técnica propuesta; f. Inversiones o servicios adicionales; y g. Otros que defina el Organismo Promotor de la Inversión Privada, esto es Proinversión.

Actualmente, los procesos de promoción realizados por Proinversión, resulta aplicable el Decreto Legislativo No. 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público-Privadas y Proyectos en Activos, y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo No. 240-2018-EF, siendo que se regula las Asociaciones Público Privadas y los Proyectos en Activos, como modalidades de promoción de la inversión privada, y conforme lo hacía la normativa anterior.

En el indicado marco normativo, se ha establecido que, en la fase de transacción de cada proyecto, se definirá el mecanismo mediante el cual se adjudicará el proyecto, siendo que en la Bases del respectivo concurso se definirán los criterios de selección que permitirán establecer la mejor oferta recibida de entre los postores, los que podrían ser: 1. Menor cofinanciamiento, 2. Mayor retribución al Estado, 3. Niveles de servicio, 4. Nivel tarifario y su estructura, 5. Solución técnica propuesta, 6. Inversiones o servicios adicionales, 7. Menor valor presente de los ingresos, y 8. Otros que defina el OPIP.

Asimismo, cabe mencionar que un concepto relevante para la definición de la mejor oferta es el Factor de Competencia, el cual es definido como el mecanismo que permitirá comparar las ofertas presentadas. Para efectos de dotar de mayor transparencia cada proceso, se ha establecido que las variables que conforman el Factor de Competencia sean definidas en las Bases, dado que

posteriormente estas variables deberán ser consideradas como las Condiciones de Competencia, las cuales no podrán ser materia de modificación contractual alguna, posteriormente.

De esta manera, actualmente, el marco normativo ha reservado a cada Organismo Promotor de la Inversión, la facultad de definir el mecanismo de selección de la mejor oferta, según la evaluación que se realice de las particularidades de cada proyecto, estableciendo algunos criterios de selección de una manera enunciativa, sin restringir que se deba aplicar el criterio tradicional de adjudicación a sobre cerrado. Así, en el supuesto que el Estado decida adoptar un mecanismo de subasta basado en el modelo SMRA, CCA o similar, tal como se propone en el presente trabajo de investigación, no es necesario que se introduzca un cambio normativo, sino más bien solo se requiere que las Bases consideren las nuevas reglas del proceso de subasta.

6.4. Riesgos que deben ser mitigados al implementar el esquema de licitación propuesto

Sin perjuicio de lo propuesto, debido que este mecanismo resulta más complejo del que se tiene actualmente, y requiere de mayores hitos de control, se debe tener en cuenta que implementar un nuevo modelo de subastas cuenta con algunos riesgos, los cuales requieren ser mitigados:

- Riesgo de rechazo del mecanismo por parte de los operadores: Dado que se trata de un mecanismo que requiere de un proceso más complejo, tanto para el diseño de los criterios que se van a adoptar como para la ejecución al momento de evaluar las ofertas, se requiere que el Estado forme profesionales expertos en licitaciones de espectro, para ello, por ejemplo, se debe incentivar la implementación de un mecanismo de pasantías, para que funcionarios de Perú (MTC, Proinversión) asistan por un tiempo determinado (de 1 a 6 meses) a entidades de administración de espectro de países que usen nuevos modelos de asignación de espectro, como Estados Unidos, México, Colombia y Chile²¹. Asimismo, tal como se implementa en otros países, el Estado debe capacitar a los operadores para que comprenda las reglas de la subasta, realizar simulaciones del proceso.
- Riesgo de cuestionamientos por parte de la Contraloría General de la República: Dado que el esquema propuesto implica aplicar un mecanismo novedoso, en el que se incluye un procedimiento más complejo del que se aplica actualmente. Para mitigar este riesgo,

²¹ A continuación, se citan algunos ejemplos, que si bien no están directamente relacionadas a espectro, califican como modelos exitosos a ser replicados:

Programa de pasantías realizado por la CNMC de España:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/autorizan-viaje-de-profesionales-de-osiptel-para-participar-resolucion-ministerial-n-027-2018-pcm-1619513-1/>

OSIPTEL-FCC:

<https://www.gob.pe/institucion/osiptel/noticias/183128-el-peru-y-ee-uu-intercambiaran-experiencias-sobre-la-regulacion-en-redes-de-banda-ancha>

la propuesta que se implemente en la realidad debe ir acompañada de un análisis técnico exhaustivo que involucre análisis de ingeniería/económico/legal y una explicación detallada y transparente del procedimiento a efectos que las reglas de juego sean claras para los actores involucrados y para quienes deben tomar decisiones durante la ejecución del proceso.

- Riesgo de colusión entre postores o de corrupción de funcionarios: En tanto que, a diferencia del sobre cerrado, el mecanismo propuesto implica que haya un proceso más amplio en la etapa misma de puja, que involucra que al pasar por cada etapa los postores conocen las ofertas de otros postores, se requiere implementar las medidas de seguridad necesarias para que durante la etapa de pujas no exista comunicación entre los postores ni entre los funcionarios del Estado con los postores. Este riesgo se mitiga con uso de salas aisladas de elementos informáticos, y con la implementación de sistemas de software que cuenten con las medidas de seguridad y encriptación necesarias para evitar la filtración de información.

Asimismo, se podría requerir, para el primer proceso, que la Contraloría General de la República realice el control simultáneo en la modalidad de recurrente, a efectos que tome conocimiento sobre los actos que se realice, sin afectar los procesos de dirección y gerencia.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones

- El esquema actual de licitación de bandas de espectro en el Perú no resulta adecuado para las nuevas subastas de espectro, enfocadas en el despliegue de nuevas tecnologías como 5G, debido a que no contribuye a disminuir la asimetría de información, a la asignación eficiente del recurso y a la flexibilidad para asignar diversos tamaños de bloques de espectro.
- Las nuevas tecnologías, tales como el 5G, pueden ser implementadas usando diversos anchos de banda. La decisión sobre cuanto ancho de banda se usará, dependerá del modelo de negocio de cada operador. Por tanto, el Estado debe contar con un proceso de licitación que permita a los operadores pujar por anchos de banda flexibles.
- Con el fin de subsanar las deficiencias del modelo actual, y a partir de la evaluación realizada, basada en la experiencia internacional, el enfoque de la teoría de subastas, el escenario de nuevas tecnologías, y el análisis cualitativo multicriterio, se propone que los procesos de licitación de nuevas bandas de espectro, migren del esquema de sobre cerrado de primer precio a esquemas de múltiples rondas ascendentes, tales como la Subasta Simultánea de Múltiples Rondas Ascendentes (SMRA), la Subasta Combinatoria de Reloj (CCA) o similares.
- Usar esquemas de múltiples rondas permite conocer la valoración que cada postor tiene del espectro y por tanto la disposición a pagar por un determinado bloque. Para ello se debe partir de un precio base razonable.
- La normativa vigente, permite la implementación de un nuevo mecanismo de subasta del espectro radioeléctrico. Así, para implementar un esquema de múltiples rondas en el Perú, solo se requieren hacer cambios en las bases del proceso de licitación.
- Este estudio corresponde un primer paso para evaluar los diversos mecanismos de asignación de espectro y contribuye, desde el punto de vista académico, a la discusión que actualmente se tiene sobre el tema, sobre todo con el documento de trabajo publicado por el MTC en noviembre de 2020. Por tanto, queda abierta la puerta para que se realicen investigaciones futuras que profundicen en el análisis económico, desde la perspectiva de la teoría de juegos aplicada a los diversos esquemas de licitación. En ese sentido, se recomienda seguir investigando el tema desde un punto de vista cuantitativo.

2. Recomendaciones

- En la medida que se concluye que el modelo actual de subastas de espectro no es el más adecuado para ser usado en un escenario de nuevas tecnologías, se recomienda cambiar el modelo de asignación de bandas de espectro radioeléctrico en el Perú, pasando de un modelo de sobre cerrado con una sola ronda a un esquema de múltiples rondas ascendentes.
- Evaluar la posibilidad para que los operadores tengan opción de realizar los pagos por concepto de la licitación en un determinado periodo, por ejemplo 5 a 10 años, con el fin de promover la participación de varios postores y contribuir a los efectos adversos en la economía causados por el COVID-19.
- En la medida que las políticas deben apuntar al cierre de brechas, se debe realizar el análisis respectivo que permita calcular un número índice que pondere cobertura y recaudación, priorizando, la inversión en infraestructura.
- Para la aplicación de la presente propuesta, se deberá adoptar las acciones necesarias para evitar el riesgo de rechazo por parte de los operadores, el cuestionamiento por parte de la Contraloría General de la República, la colusión y posible corrupción entre postores o funcionarios.

Bibliografía

- 3GPP. (2019). *Specification #: 38.104*. Obtenido de http://www.3gpp.org/ftp//Specs/archive/38_series/38.104/38104-g10.zip
- 3GPP. (2020). *The Mobile Broadband Standard*. Recuperado el Abril de 2020, de <https://www.3gpp.org/>
- 5G Americas. (2019). *TEMAS EN REGULACIÓN DE TELECOMUNICACIONES: BRASIL 2019*. Obtenido de <https://brechacero.com/wp-content/uploads/2019/04/WP-Regulacion-Telecom-Brasil-ES.pdf>
- 5G Tools for RF Wireless. (2020). *5G NR THROUGHPUT CALCULATOR*. Obtenido de <https://5g-tools.com/5g-nr-throughput-calculator/>
- Aetha. (2018). *Estudio sobre la valuación y determinación de derechos para bandas IMT en México*. Obtenido de <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/07-informeaethaparaift-preciosespectroimt20dic2018v21pdfestado.pdf>
- Analysys Mason. (2017). *The US incentive auction and what it means for spectrum auctions in other countries*. Obtenido de https://www.analysysmason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_quarterly_philip_bates_july20172.pdf
- Apoyo Consultoria. (2019). Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/pnaf/comentario_telefonica_130919_1.pdf
- ARCEP. (2018). *French perspective on spectrum issues*. Obtenido de <https://innovation-regulation.telecom-paris.fr/wp-content/uploads/2018/10/PJ-Benghozi-Spectrum-Paris-2018.pdf>
- ARCEP. (2019a). *Responses to the public consultation published in July 2019 on the draft procedure for awarding licences to use frequencies in the 3.4 – 3.8 GHz band in Metropolitan France*. Obtenido de https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/contributions-cp-appel-candidature-5g-nov2019.zip
- ARCEP. (2019b). *3.4 – 3.8 GHz band frequency awards procedure: Arcep invites all players wanting to participate to submit a bid package*. Obtenido de <https://en.arcep.fr/news/press-releases/p/n/5g-10.html>
- ARCEP. (2020). *Fréquences 5G : procédure d'attribution de la bande 3,4 - 3,8 GHz en métropole*. Obtenido de <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/la-5g/frequences-5g-procedure-dattribution-de-la-bande-34-38-ghz-en-metropole.html>
- Ausubel, L., & Baranov, O. (2014). Market Design and the Evolution of the Combinatorial Clock Auction1. *American Economic Review*, 6.

- BCRP. (2020). *BCRPData: Tipo de cambio*. Obtenido de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01214PM/html>
- Beltrán, F. (2019a). *A Review of the Evolution of Auctions As a Method for Radio Spectrum Assignment*. Obtenido de SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2828543> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2828543>
- Beltrán, F. (2019b). *Comentarios sobre la propuesta de subasta de 700 MHz en Colombia*. Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articulos-103102_fernando_beltran_universidad_de_auckland.pdf
- Bichler, M., & Goeree, J. (2017). *Handbook of Spectrum Auction Design*. Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Bonifaz, J. L. (1999). *CONCESIONES DE INFRAESTRUCTURA EN EL PERÚ: RECOMENDACIONES A LA LUZ DE LA TEORÍA DE SUBASTAS*. Obtenido de <https://revistas.up.edu.pe/index.php/apuntes/article/download/480/482/>
- Bregaglio Lazarte, R., Constantino Caycho, R., & Chávez Irigoyen, C. (2014). *Políticas públicas con Enfoque de Derechos Humanos en el Perú*. Lima: IDEHPUCP.
- Bundesnetzagentur. (2019). *Mobile Broadband - Project 2018*. Obtenido de <https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/MobileBroadbandProject2018/Project2018.html?nn=324044>
- Carballido, L., & Mazuelos, R. (2016). *TELEFONÍA CELULAR QUE GENERA VALOR AL SEGMENTO MEDIO DEL MERCADO*. Obtenido de https://www.telefonica.com/documents/153952/13347843/telefonica_ia_2008_es.pdf
- Cave, M., & Koutroumpis, P. (2018). *Journal of Regulatory Economics*. Obtenido de Auction design and auction outcomes: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11149-018-9358-x.pdf>
- Certicamara. (2020). *Oferta de 1.7 billones por espectro no sería un error de digitación*. Obtenido de https://web.certicamara.com/sala_de_prensa/noticia/442
- Commsupdate. (2020). *Greece: lightning 5G sale*. Obtenido de <https://www.commsupdate.com/articles/2020/12/17/greece-lightning-5g-sale/>
- CONATEL. (2017). *LICITACIÓN Nº 01/2017 BANDA ANCHA MÓVIL*. Obtenido de https://www.conatel.gov.py/conatel/wp-content/uploads/2019/10/pbc-licitacion-1_2017-banda-ancha-movil-700-mhz-ver-web.pdf
- COPRI. (1998). *Telecom: Comité Especial de Telecomunicaciones*. Obtenido de https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/SATELECOM/telefoniamovilnacionalexceptolimaycallao/Resumen_ejecutivo_Telef_Movil_Excepto_Lima_Callao.pdf
- DN Consultores. (2012). *Perú: Viettel gana subasta de 26 MHz en banda de 900MHz por US\$ 48 millones*. Obtenido de <http://dnconsultores.com/opinion/peru-viettel-gana-subasta-de-26-mhz-en-banda-de-900mhz-por-us-48-millones/>

- DPL News. (2019). *Más espectro: la FCC inició la subasta en las bandas 37, 39 y 47 GHz para 5G*. Obtenido de <https://digitalpolicylaw.com/mas-espectro-la-fcc-inicio-la-subasta-en-las-bandas-37-39-y-47-ghz-para-5g/>
- DPL News. (2021). *Subasta 5G en Chile: WOM gana banda de 700 MHz*. Obtenido de <https://digitalpolicylaw.com/subasta-5g-en-chile-wom-gana-banda-de-700-mhz/>
- EETT. (2020a). *PUBLIC CONSULTATION WITH REFERENCE TO THE GRANTING OF SPECTRUM USAGE RIGHTS IN THE 700 MHz, 2 GHz, 3400 - 3800 MHz AND 26 GHz FREQUENCY BANDS*. Obtenido de https://www.eett.gr/opencms/export/sites/default/admin/downloads/Consultations/RadioCommunications/PC_5G/PublicConsultation5GBriefENGfinal.pdf
- EETT. (2020b). *Tender Document for the Granting of Spectrum Usage Rights in the 700 MHz, 2 GHz, 3400 - 3800 MHz and 26 GHz frequency bands*. Obtenido de https://www.eett.gr/opencms/opencms/admin_EN/News/news_0547.html
- FCC. (2020a). *About Auctions*. Obtenido de <https://www.fcc.gov/auctions/about-auctions>
- FCC. (2020b). *The FCC's 5G FAST Plan*. Obtenido de <https://www.fcc.gov/5G>
- FCC. (2021). *Auction 107 – 3.7 GHz*. Obtenido de <https://auctiondata.fcc.gov/public/projects/auction107>
- GSMA. (2016). *Mejores prácticas en el otorgamiento de licencias de uso de espectro para servicios móviles*. Obtenido de https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2016/11/spec_best_practice_SPA.pdf
- GSMA. (2018). *Eficacia en la fijación de los precios del espectro en América Latina: políticas que fomenten una mejor calidad y mayor asequibilidad de los servicios móviles*. Obtenido de <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2018/02/Effective-Spectrum-Pricing-in-Latin-America-full-report-SPA-web.pdf>
- Harrison V., R., & Muñiz L., R. (2011). Política de competencia en procesos de licitación de bienes y recursos. En T. d. Competencia, *La Libre Competencia en el Chile del Bicentenario* (págs. 375-396). Santiago: Thomson Reuters Puntotex.
- Hazlett, T., Porter, D., & Smith, V. (2011). Radio Spectrum and the Disruptive Clarity of Ronald Coase. *JSTOR*, 41.
- Huawei. (2020). *HCIA-5G Course*. Obtenido de <https://ilearningx.huawei.com/portal/courses/course-v1:HuaweiX+EBGTC00000410+2020071508/about>
- IFT. (2016). *El pleno del IFT emite el fallo de la licitación de espectro en la Banda AWS (Comunicado 22/2016)*. Obtenido de <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-pleno-del-ift-emite-el-fallo-de-la-licitacion-de-espectro-en-la-banda-aws-comunicado-222016>
- IFT. (2018). *Importancia y valor del Espectro: Experiencia en Asignación y Valuación*. Obtenido de https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Documents/Events2018/RED-AMS_Mexico/Ses3-6%20Importancia%20Valor%20Espectro%20CSanchez%20IFT%20Mexico.pdf

- IFT. (2020). *Licitaciones de Telecomunicaciones*. Obtenido de <http://www.ift.org.mx/espectro-radioelectrico/licitaciones/telecomunicaciones>
- Irarrázabal PH., F., & Araya J., F. (2011). Notas sobre la colusión entre oferentes en licitaciones, con énfasis en la experiencia internacional. En T. d. Competencia, *La Libre Competencia en el Chile del Bicentenario* (págs. 163-195). Santiago: Thomson Reuters Puntotex.
- Ivanega, M. M. (2011). El procedimiento de la licitación pública. *Derecho PUCP* 66, 257-276.
- Levin, J., & Skrzypacz, A. (2016). Properties of the Combinatorial Clock Auction. *American Economic Review*, 24.
- McAfee, P., & McMillan, J. (1987). Auctions and Bidding. *Journal of Economic Literature*, 699-738.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2002). *Ley N° 27783: Ley de Bases de la Descentralización*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/229441-27783>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Plan Nacional de Infraestructura para la Conectividad*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf
- MINTIC. (2019). *Asignación de espectro para IMT*. Obtenido de https://micrositios.mintic.gov.co/asignacion_espectro/
- MINTIC. (2020a). *Expedición de los permisos de uso de espectro para los bloques de las bandas de 700 MHz y 2500 MHz, y consecuencias derivadas de la renuncia de Partners a un bloque*. Obtenido de <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/125969:DECLARACION-Expedicion-de-los-permisos-de-uso-de-espectro-para-los-bloques-de-las-bandas-de-700-MHz-y-2500-MHz-y-consecuencias-derivadas-de-la-renuncia-de-Partners-a-un-bloque>
- MINTIC. (2020b). *Por primera vez MinTIC abre una convocatoria para manifestación de interés en la asignación de espectro en la banda de 3,5 GHz": Ministra Karen Abudinen*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/146624:Por-primera-vez-MinTIC-abre-una-convocatoria-para-manifestacion-de-interes-en-la-asignacion-de-espectro-en-la-banda-de-3-5-GHz-Ministra-Karen-Abudinen>
- More, J., & Argandoña, D. (2019). *Documento de Trabajo del OSIPTEL: Estado del espectro radioeléctrico en el Perú y recomendaciones para promover su uso en nuevas tecnologías*. Recuperado el Abril de 2020, de <https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/390/dt-43-estado-espectro-radioelectrico-peru.pdf>
- More, J., & Argandoña, D. (2020). *Documento de trabajo de OSIPTEL: LAS REDES DE TRANSPORTE DE FIBRA ÓPTICA, MICROONDAS Y SATELITAL Y SU ROL PARA PROMOVER LA EXPANSIÓN DE LA COBERTURA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE TELECOMUNICACIONES*. Obtenido de https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/745/49%20DT%20Reporte%20y%20Mapas%20de%20cobertura%20Redes%20de%20Tx%20Fibra%20_%20MW%20y%20Satelital.pdf

- More, J., & Gavilano, M. (2020). Obtenido de Documento de trabajo del OSIPTEL: ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ESTACIONES BASE CELULAR PARA ATENDER LA DEMANDA DE SERVICIOS MÓVILES EN EL PERÚ AL AÑO 2025: <https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/746/50%20DT%20Estimaci%3%b3n%20de%20EBC%20al%202025.pdf>
- MTC. (2005). *Plan Nacional de Atribución de Frecuencias*.
- MTC. (2007). *TUO del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/par/tuo-reglamento-general-ley-de-telecomunicaciones/TUO-Reglamento-General-Ley-de-Telecomunicaciones.pdf>
- MTC. (2018a). *Proyecto de Decreto Supremo que aprueba la Norma que Regula el Arrendamiento de Bandas de Frecuencias de Espectro Radioelectrico para la PrestaciOn de Servicios Publicos de Telecomunicaciones*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/proy%20normativos/2018/informe_566.pdf
- MTC. (2018b). *Aprueban la Velocidad Mínima para el acceso a Internet de Banda Ancha para Internet fijo y móvil*. Recuperado el Abril de 2020, de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/359326/1_0_4094.pdf
- MTC. (2018c). *Modifican Notas de Aplicación General al Cuadro de Atribución de Frecuencias de la Sección V del artículo 4 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias*. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/358458/1_0_4573.pdf
- MTC. (2019). *RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 085-2019 MTC/01.03*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/fijan-topes-a-la-asignacion-de-espectro-radioelectrico-por-resolucion-ministerial-n-085-2019-mtc0103-1740617-1/>
- MTC. (2020). *Información Espacial SINAC*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/informacion_especial.html
- MTC. (2020a). *Resolución Ministerial N° 0796-2020-MTC/01.03*. Obtenido de Propuesta de asignación de bandas de frecuencia 3.5 GHz, y 26 GHz e Identificación de la banda de frecuencia de 6 GHz para el desarrollo de servicios y tecnologías digitales 5G y más allá: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/1322679-0796-2020-mtc-01-03>
- MTC. (2020b). *INFORME N° 0865-2020-MTC/26: Obtenido vía acceso a la Información Pública*. Lima.
- MTC. (2020c). *Resolución Ministerial N° 0709-2020-MTC/01.03*. Obtenido de Informe Nro. 804-2020-MTC_26_27: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/1282663-0709-2020-mtc-01-03>
- National Telecommunications and Information Administration - NTIA. (2020). *Regulating the Use of the Spectrum*. Obtenido de <https://www.ntia.doc.gov/book-page/regulating-use-spectrum>
- NERA. (2020). *Comentarios al formato de subasta en las bandas de 700 MHz, 1900 MHz y 2500 MHz*. Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-103102_nera_economic_consulting.pdf

- Nzherald. (2020). *Spark launches its first 5G mobile service - in Palmy*. Obtenido de <https://www.nzherald.co.nz/business/spark-launches-its-first-5g-mobile-service-in-palmy/ARWLRJXIUJ7YFIKD7K7SS4D2UQ/>
- OSIPTTEL. (2000). *Licitaciones del espectro radioeléctrico: Artículo de Luis Bonifaz*. Obtenido de <https://web.osiptel.gob.pe/Archivos/Publicaciones/inalm11.pdf>
- OSIPTTEL. (2004). *SECCIÓN III: MERCADO DE SERVICIOS MÓVILES*. Obtenido de https://web.osiptel.gob.pe/Archivos/Publicaciones/Secci%F3n_III.pdf
- OSIPTTEL. (2013). *2. Indicadores del Servicio Móvil*. Obtenido de <https://web.osiptel.gob.pe/documentos/2-indicadores-del-servicio-movil>
- OSIPTTEL. (2014). *Opinión del OSIPTTEL sobre la Solicitud de Transferencia de Espectro radioeléctrico de la Banda 1725 —1730 MHz y 2 125 — 2 130 MHz (5+5 MHz) de Telefónica del Perú a América Móvil*. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe/media/xryp4t5o/informe-547-gprc-2014.pdf>
- OSIPTTEL. (2020a). *COMPARATEL*. Obtenido de https://www.comparatel.pe/public/index.php/comparatel_movil
- OSIPTTEL. (2020b). *PUNKU (El portal a la información de las telecomunicaciones)*. Obtenido de <https://punku.osiptel.gob.pe>
- OSIPTTEL. (2020c). *Acceso a la información pública: Solicitud de información de cobertura móvil a setiembre de 2020*.
- OSIPTTEL. (2020d). *DECLARACIÓN DE CALIDAD REGULATORIA DEL PROYECTO DE NORMA DE REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN PERIÓDICA / PUBLICACIÓN PARA COMENTARIOS*. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe/media/fipn45ie/res137-2020-cd-inf099-2020-gprc.pdf>
- Pacheco, L., Argandoña, D., & Aguilar, J. (2013). *Documento de Trabajo del OSIPTTEL: El Espectro Radioeléctrico como herramienta para la promoción de la expansión de los servicios móviles y la competencia en el Perú*. Obtenido de https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/363/DT_radioelect_promoc_peru-02.pdf
- PROINVERSIÓN. (2013). *Banda 1710-1770MHz y 2110-2170MHz (Bloques Ay B) - A nivel nacional*. Obtenido de <https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaProyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=5599>
- Proinversión. (2016a). *ENTEL PERÚ, AMÉRICA MÓVIL PERÚ Y TELEFÓNICA DEL PERÚ SE ADJUDICARON LA BANDA 700 MHZ*. Obtenido de http://www.proinversion.gob.pe/modulos/NOT/NOT_DetallarNoticia.aspx?ARE=0&PFL=1&NOT=3473
- Proinversión. (2016b). *Banda 698-806 MHz a nivel nacional*. Obtenido de <https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaProyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=8100>

- Proinversión. (2017). *Reporte del Proceso de Inversión Privada*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/ESTADISTICAS_GRAL/diciembre_2017/31-Reporte-Proceso-Diciembre%202017.pdf
- Proinversión. (2020). *Procesos por Iniciativa Estatal*. Obtenido de <https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaStandard.aspx?are=0&prf=2&jer=7649&sec=22>
- Rewheel. (2019). *Live tracker and Rewheel analysis*. Obtenido de http://research.rewheel.fi/insights/2019_apr_germany_5G_auction/
- RSM. (2020). *Preparing for 5G in New Zealand*. Obtenido de <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/current-projects/preparing-for-5g-in-new-zealand/>
- Secretaría de Modernización de Argentina. (2019). *Desafíos y Necesidades de Espectro Radioeléctrico en Argentina*. Obtenido de http://argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_consulta_publica_de_espectro.pdf
- Sistema Peruano de Información Jurídica. (1993). *Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones*. Ministerio de Justicia de Perú.
- Sistema Peruano de Información Jurídica. (2007). *TUO del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones*. Ministerio de Justicia de Perú.
- SUBTEL. (2020). *Concursos 5G*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/concursos5g/>
- SUBTEL. (2021). Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/tablas-para-comunicado-5g/>
- Tapia, R. (2019). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA LICITACIÓN NO. IFT-7*. México: INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.
- Telesemana. (2018). <https://www.telesemana.com/blog/2018/01/05/paraguay-tigo-claro-y-personal-adquieren-espectro-en-700-mhz/>. Obtenido de <https://www.telesemana.com/blog/2018/01/05/paraguay-tigo-claro-y-personal-adquieren-espectro-en-700-mhz/>
- Telesemana. (2020a). *MinTIC resuelve conflicto con Partners solicitando garantía de seriedad y asigna espectro subastado en 2019*. Obtenido de <https://www.telesemana.com/blog/2020/02/21/mintic-resuelve-conflicto-con-partners-solicitando-garantia-de-seriedad-y-asigna-espectro-subastado-en-2019/>
- Telesemana. (2020b). *Chile: Entel, Claro, Movistar, Wom y Borealnet presentaron propuestas en el concurso de espectro para 5G*. Obtenido de <https://www.telesemana.com/blog/2020/11/19/chile-entel-claro-movistar-wom-y-borealnet-presentaron-propuestas-en-el-concurso-de-espectro-para-5g/>
- UIT. (2016). *Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico*. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-S.pdf
- UIT. (2017). *Directrices para la revisión de las metodologías de fijación de precios del espectro y la elaboración de baremos de cánones de espectro*. Obtenido de

https://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines_SpectrumFees_Final_S.pdf

UIT. (2019). *World Radiocommunication Conference 2019*. Recuperado el Abril de 2020, de <https://www.itu.int/en/ITU-R/conferences/wrc/2019/Pages/default.aspx>

UIT. (2020a). *Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications in the bands identified for IMT in the Radio Regulations*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1036-6-201910-I!!PDF-E.pdf

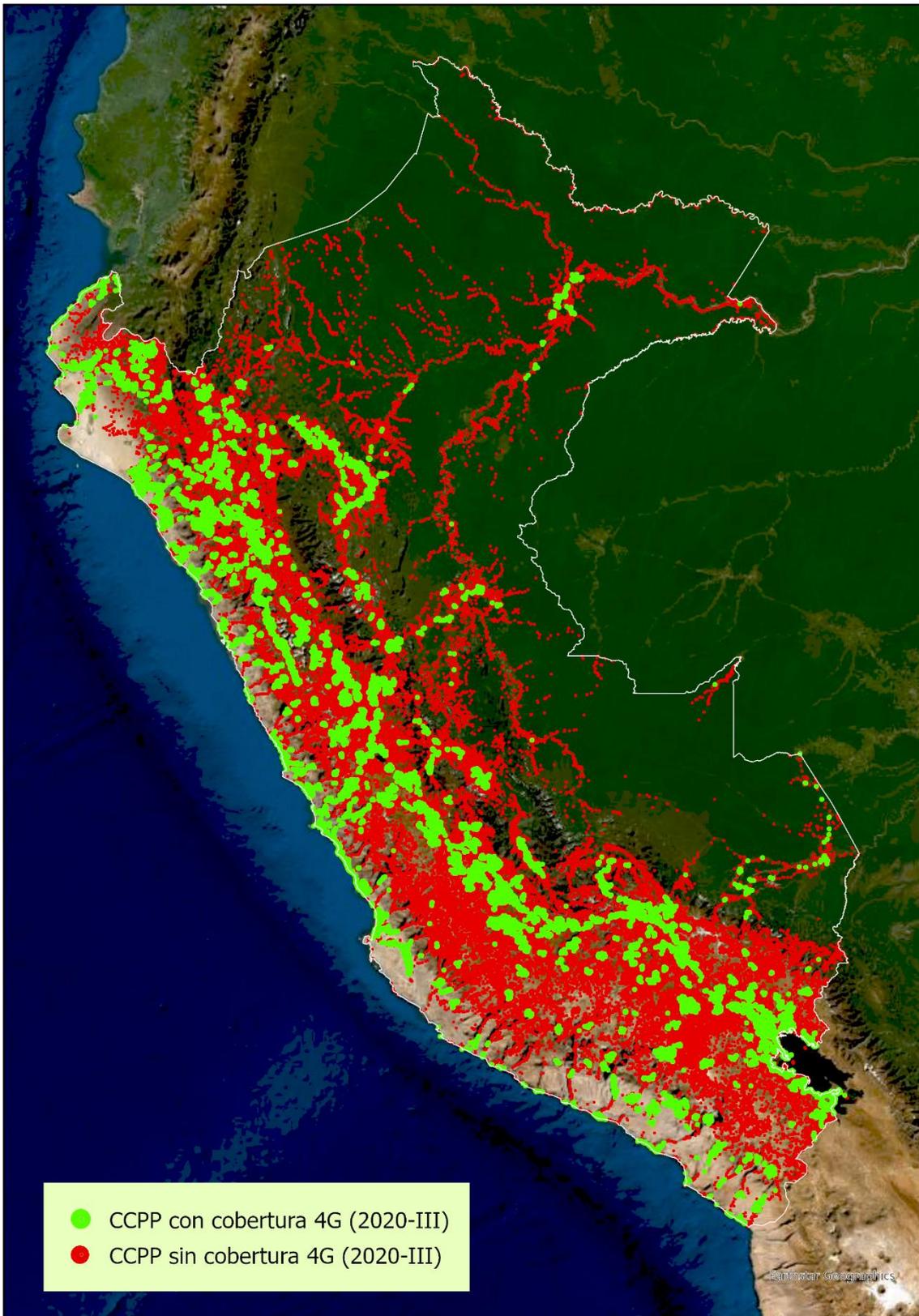
UIT. (2020b). *Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR)*. Recuperado el Abril de 2020, de <https://www.itu.int/es/ITU-R/conferences/wrc/Pages/default.aspx>

Zehle, S. (2013). *Determining the criteria for successful spectrum auctions*. Obtenido de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Partners/Documents/GSMASWorkshopPresoColeago.pdf>

Anexos

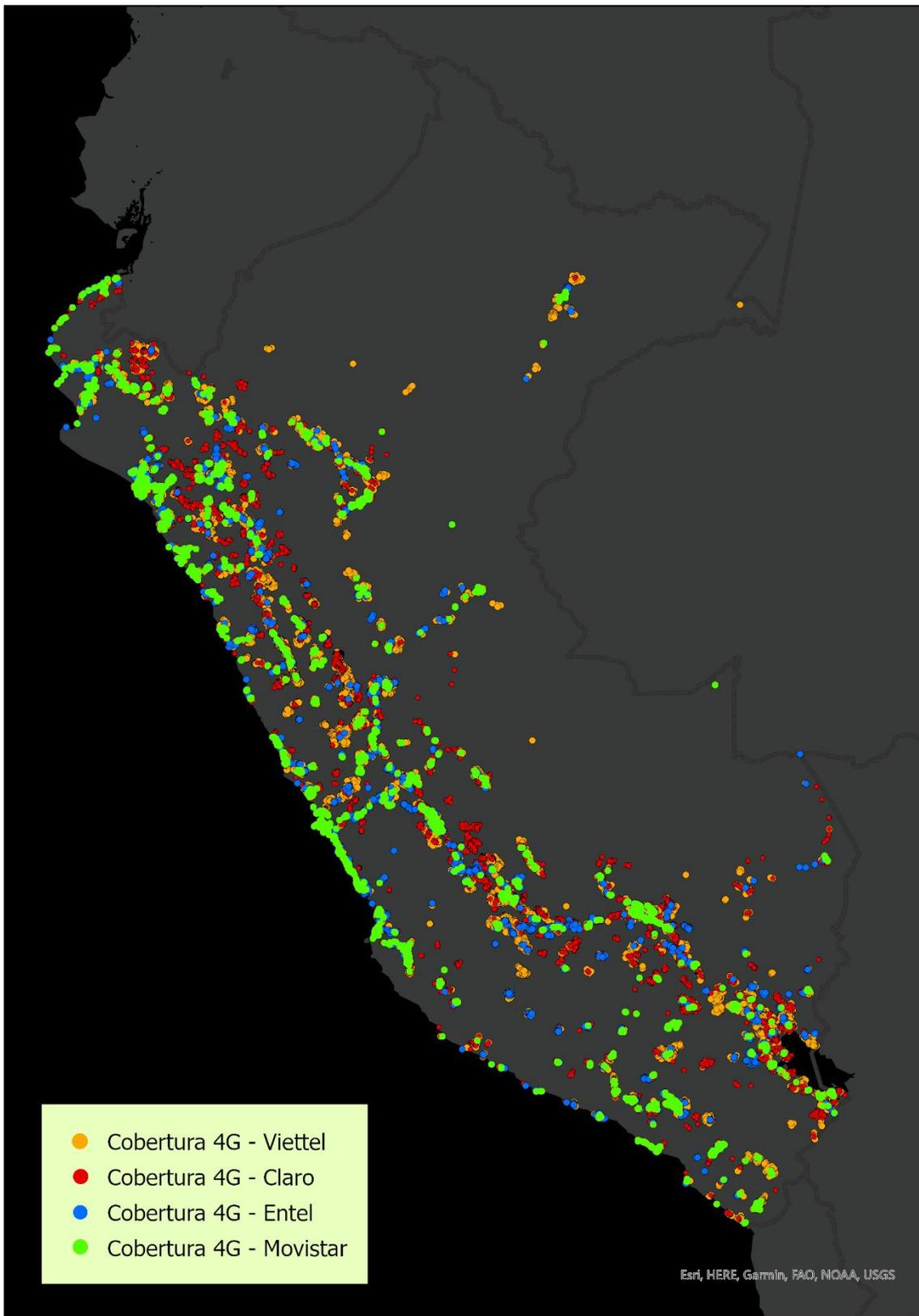
Anexo 1. Mapas de cobertura móvil 4G

Gráfico A.1.- CCPP con y sin cobertura móvil - Tecnología 4G (2020-III)



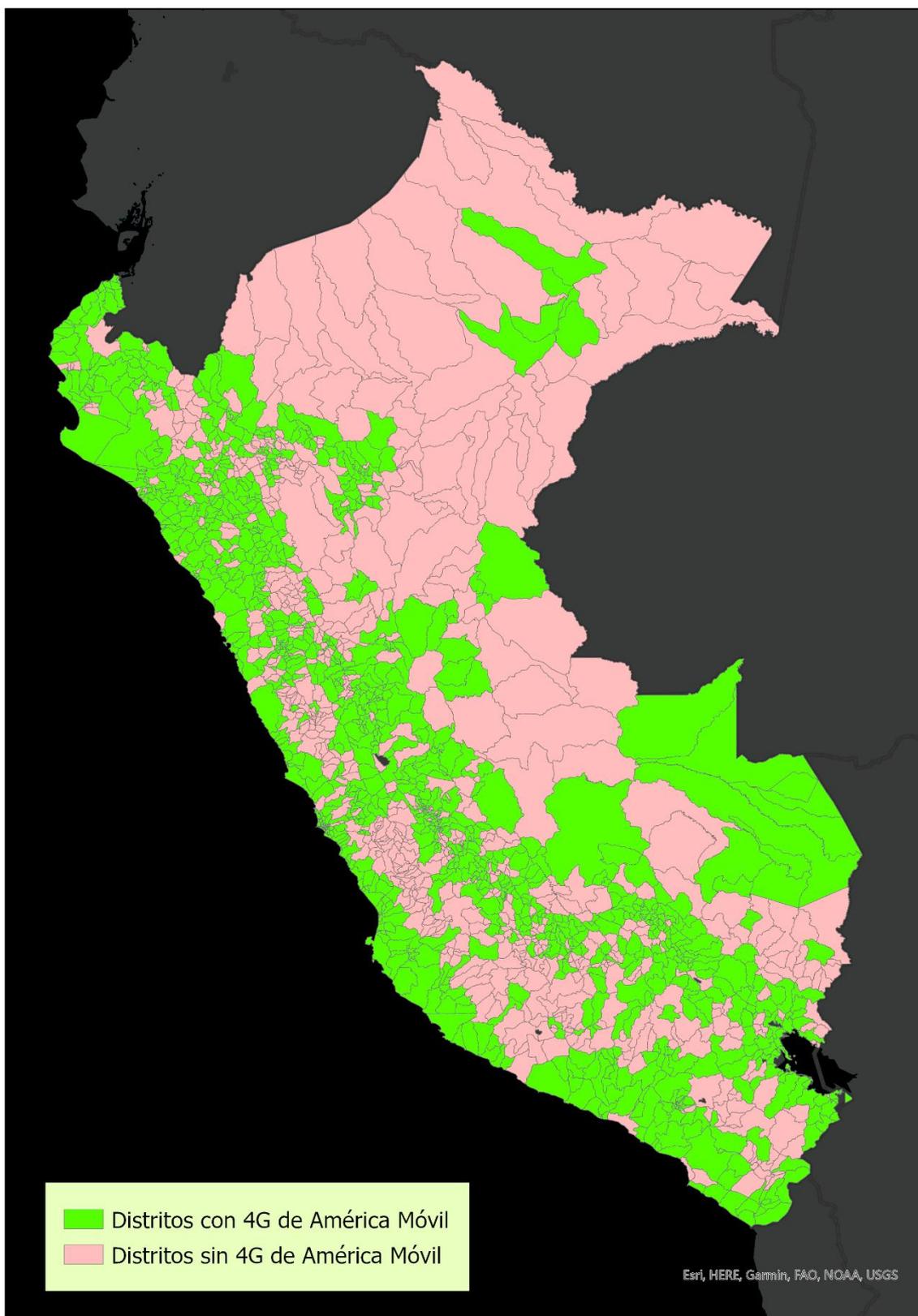
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.2.- Cobertura móvil con tecnología 4G (2020-III)



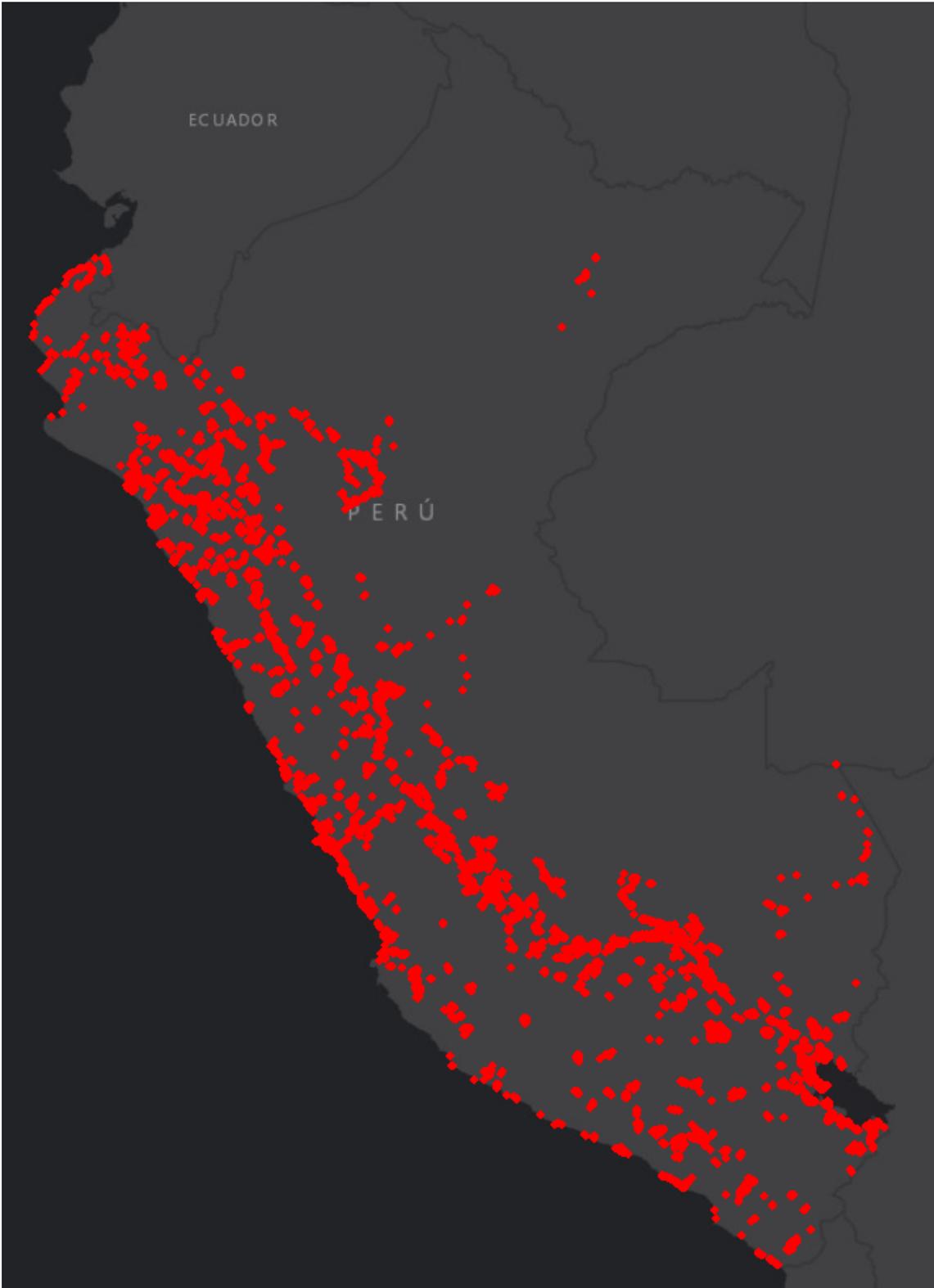
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.3.- Distritos con cobertura móvil de América Móvil - Tecnología 4G (2020-III)



Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.4.- Cobertura móvil de América Móvil a nivel de CCPP - Tecnología 4G (2020-III)



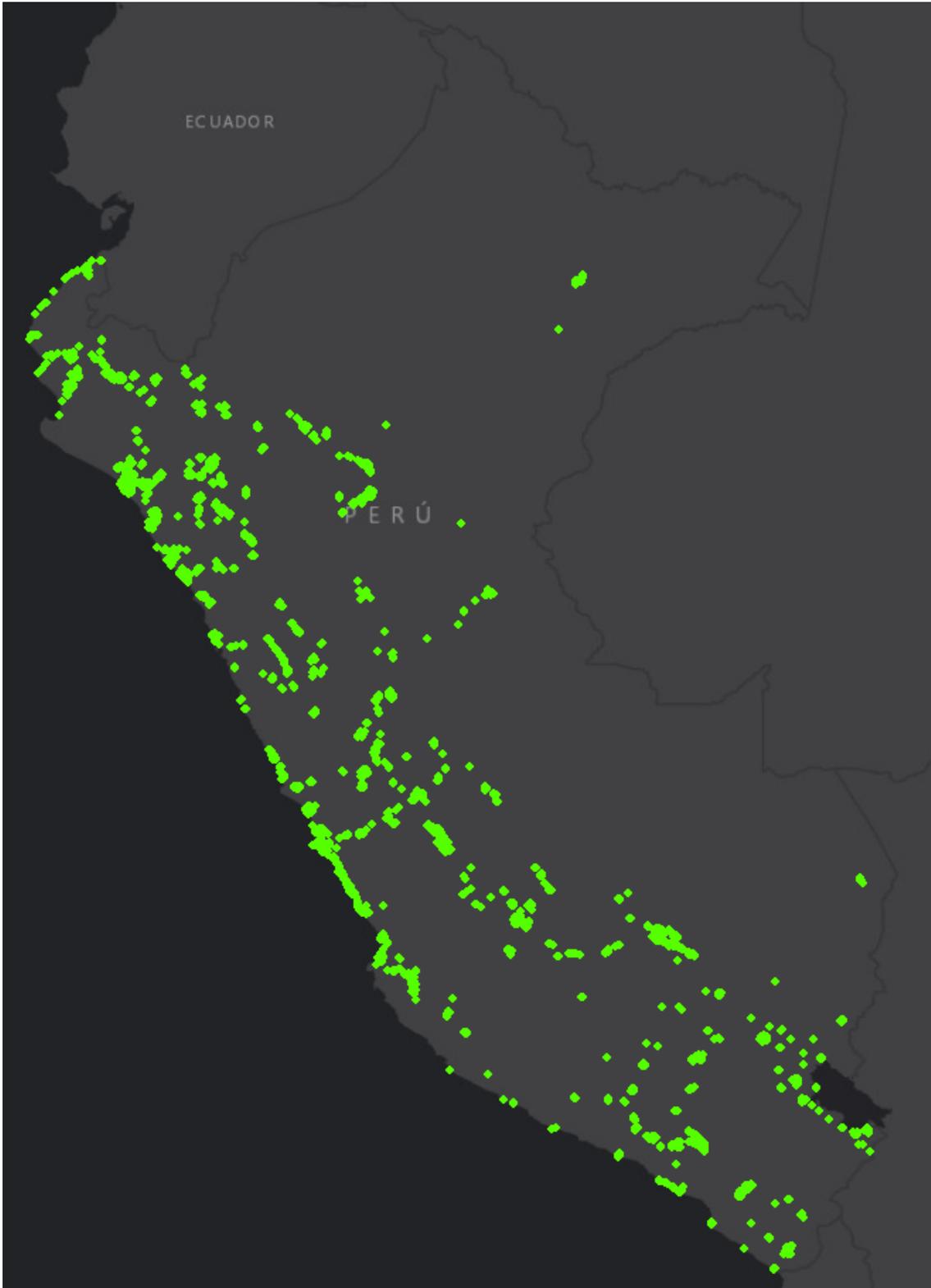
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020e).

Gráfico A.5.- Distritos con cobertura móvil de Telefónica del Perú - Tecnología 4G (2020-III)



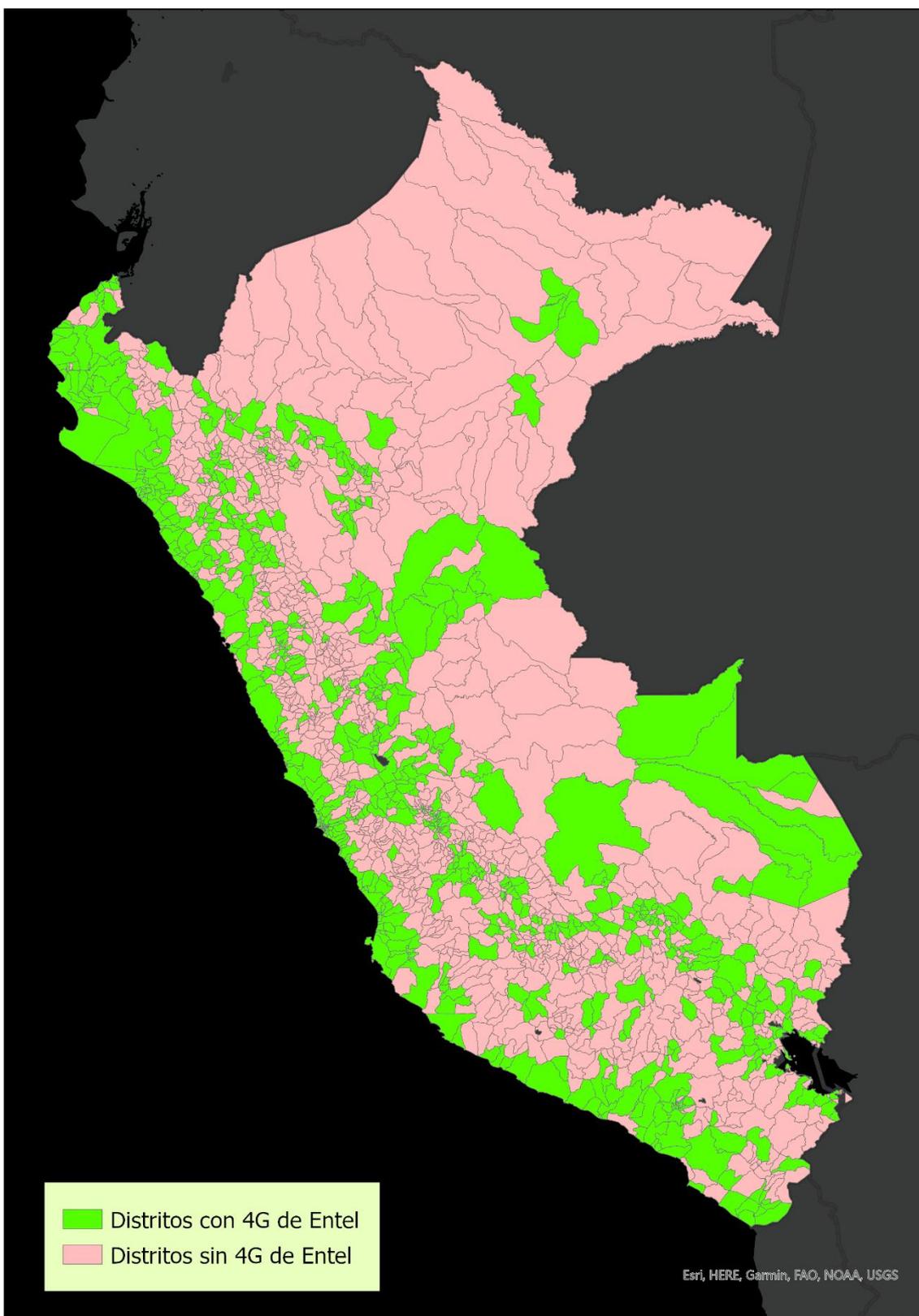
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

**Gráfico A.6.- Cobertura móvil de Telefónica del Perú a nivel de CCPP - Tecnología 4G
(2020-III)**



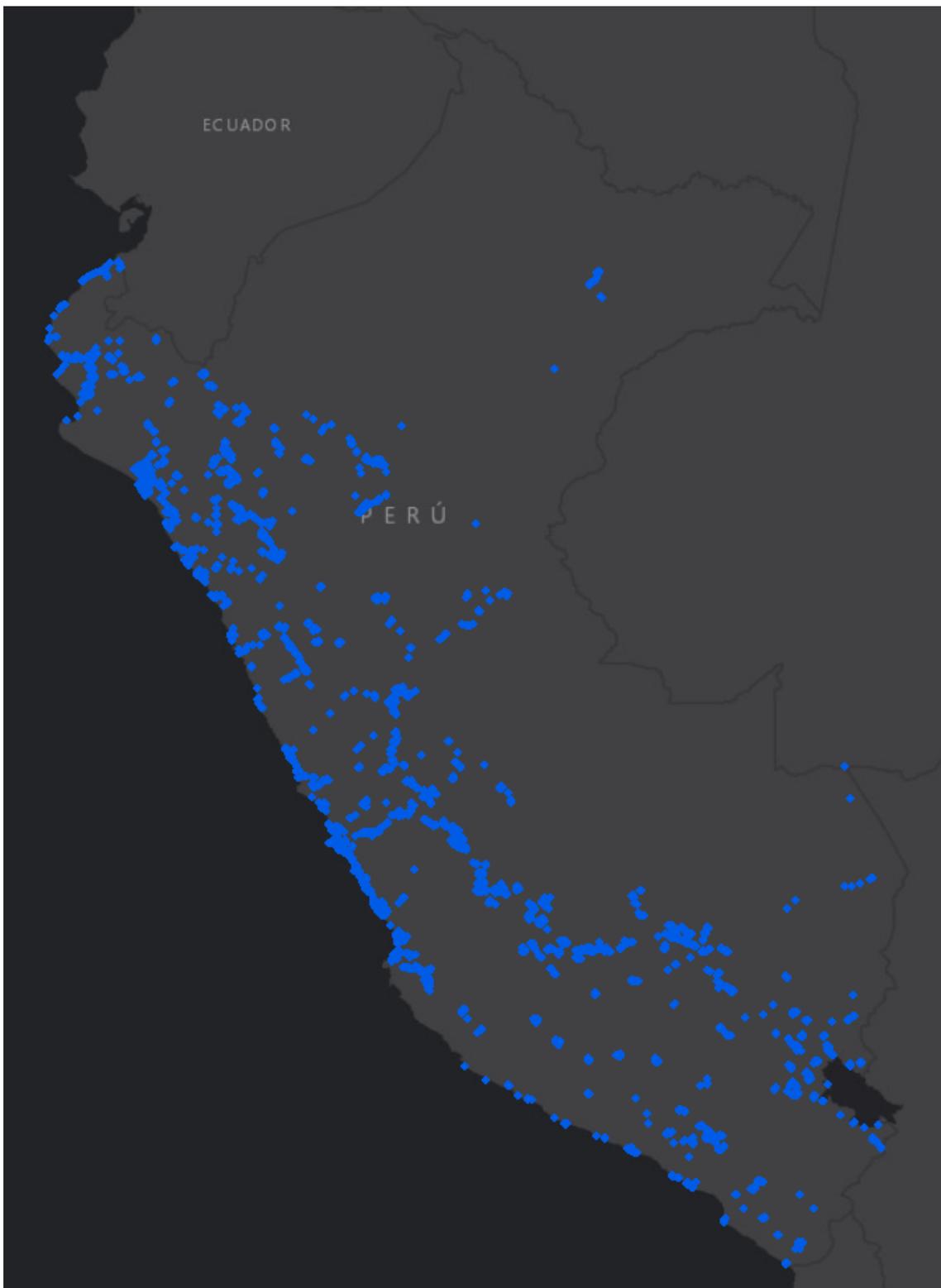
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.7.- Distritos con cobertura móvil de Entel Perú - Tecnología 4G (2020-III)



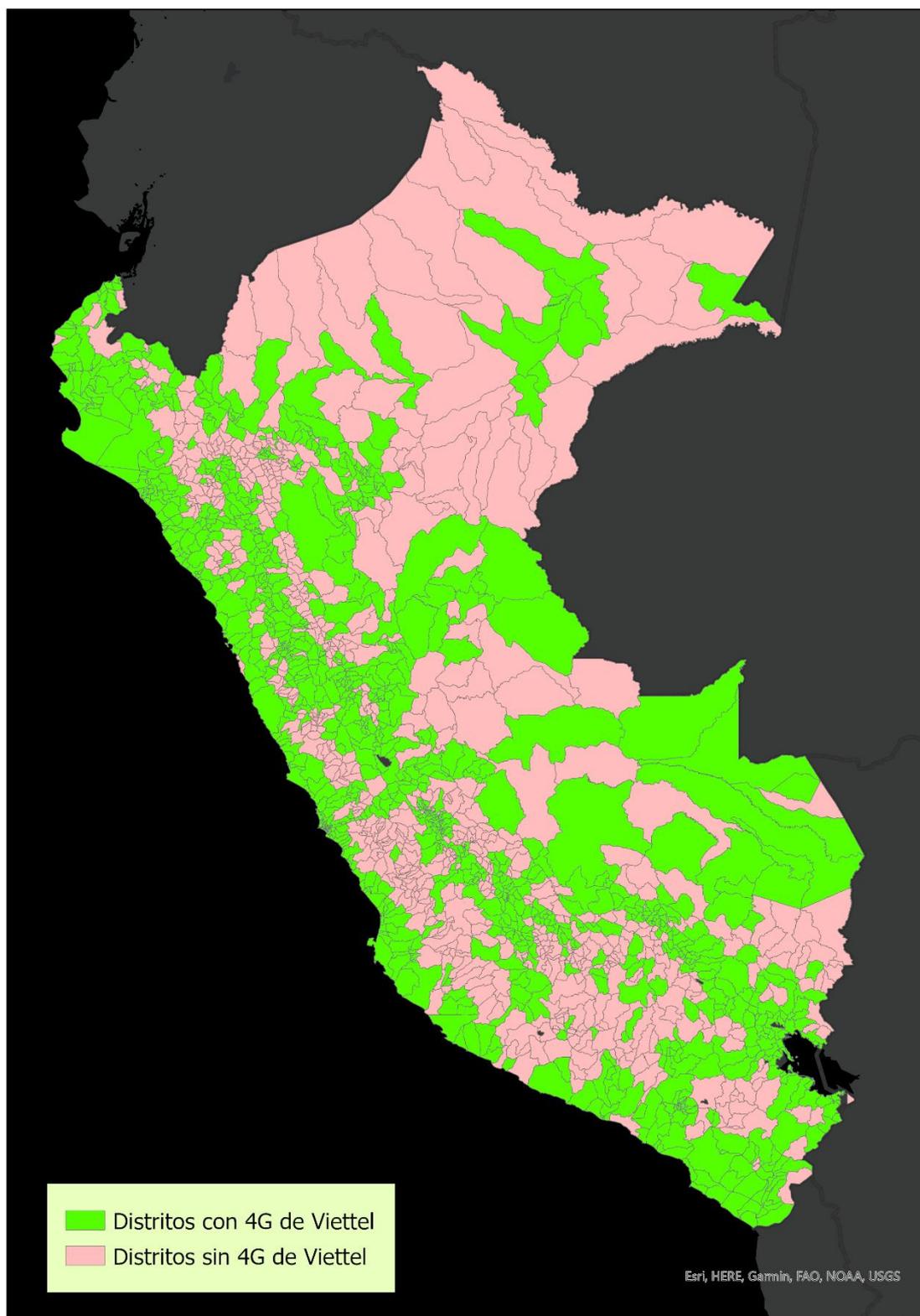
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.8.- Cobertura móvil de Entel Perú a nivel de CCPP - Tecnología 4G (2020-III)



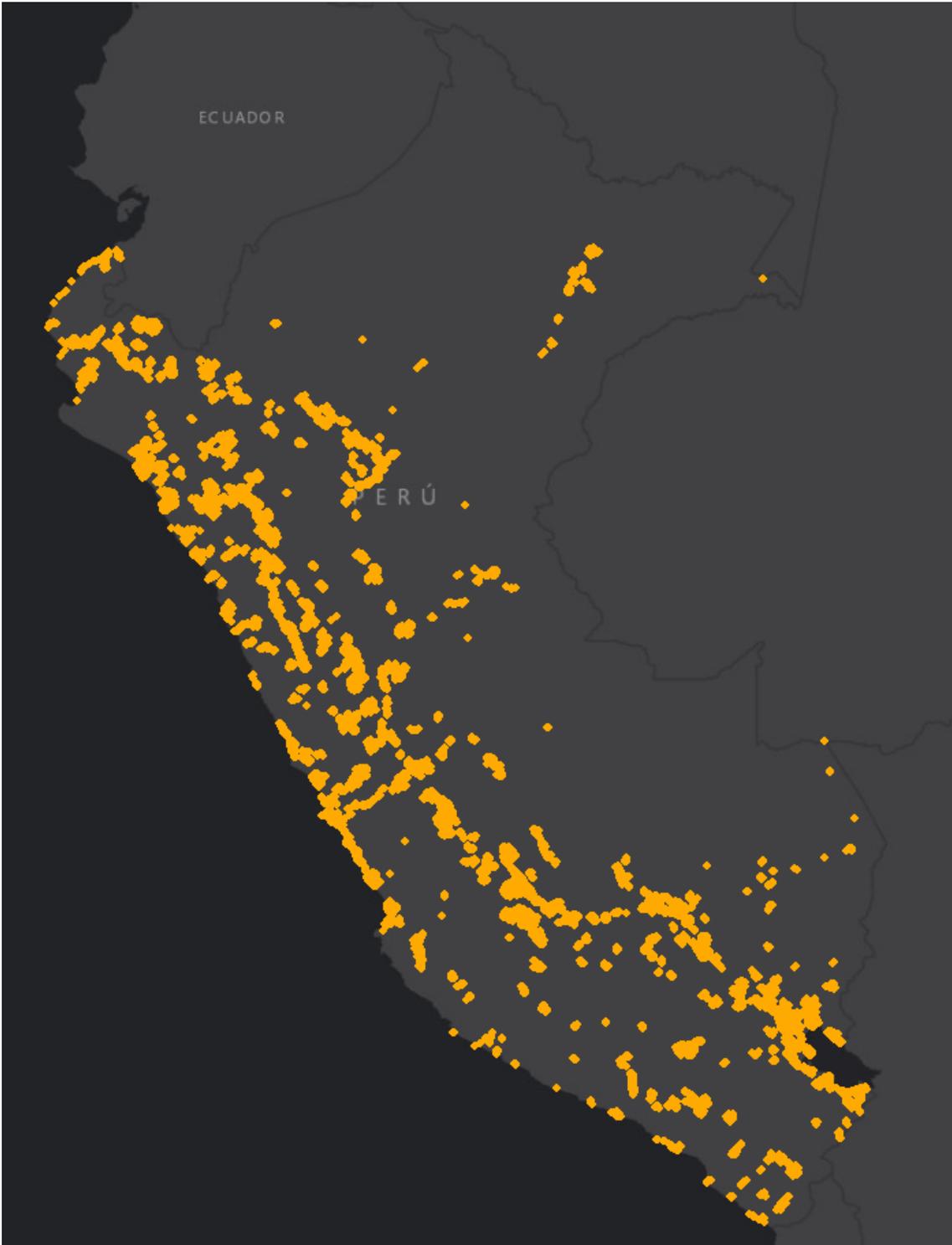
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.9.- Distritos con cobertura móvil de Viettel Perú - Tecnología 4G (2020-III)



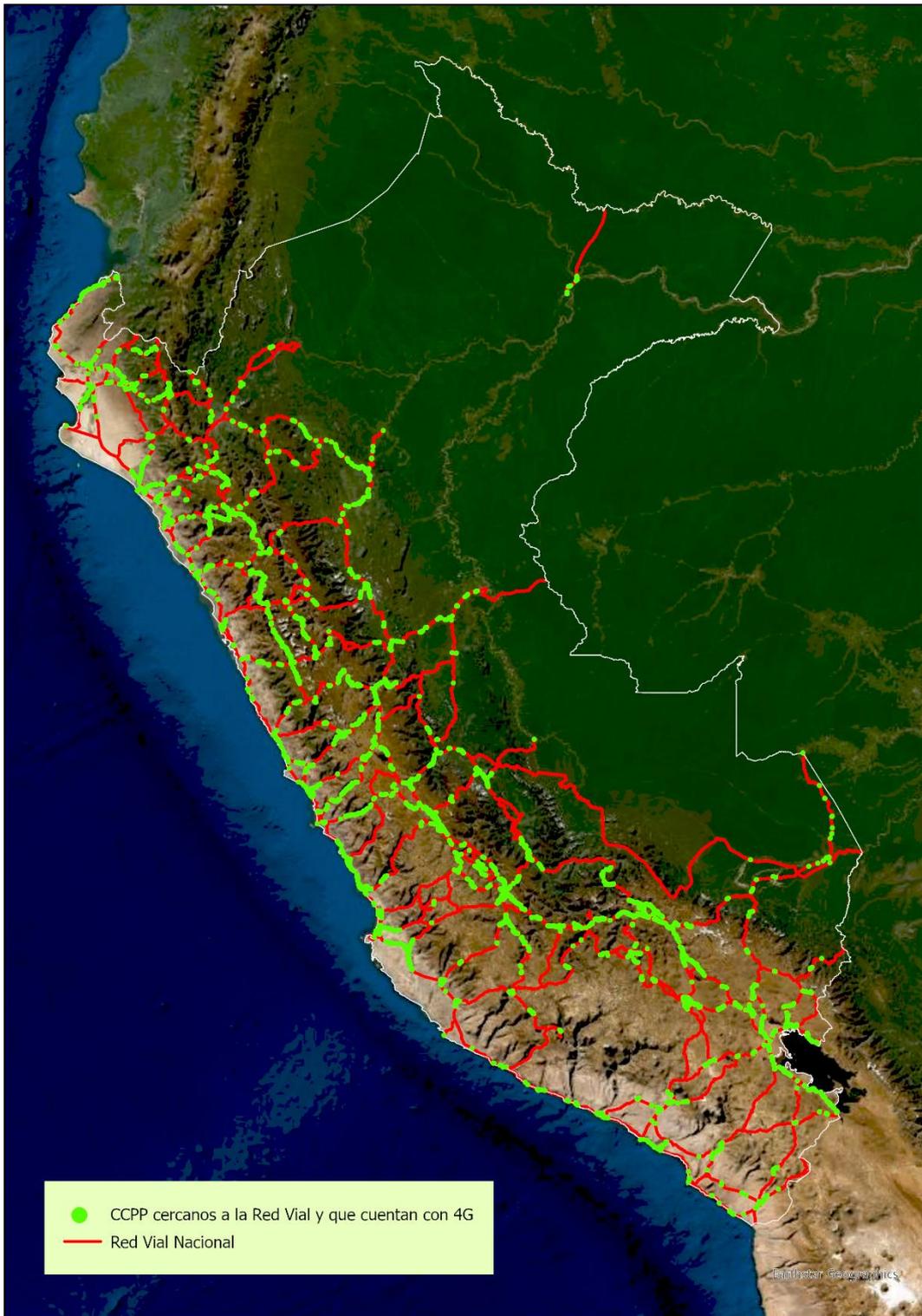
Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.10.- Cobertura móvil de Viettel Perú a nivel de CCPP - Tecnología 4G (2020-III)



Elaboración: Propia usando información de (OSIPTEL, 2020c).

Gráfico A.11.- Red Vial Nacional y cobertura móvil 4G (2020-III)



Elaboración: Propia usando información de (MTC, 2020) y (OSIPTEL, 2020c).

Anexo 2. Resumen de las entrevistas realizadas a expertos

A continuación, se presenta un resumen con las ideas clave de las entrevistas virtuales realizadas a diez expertos en materia de gestión de espectro y de procesos de licitación. Se les consultó sobre los atributos principales (rapidez del proceso, recaudación, cobertura, etc.) que debería tener una subasta de espectro exitosa, ventajas y desventajas de los modelos de múltiples rondas ascendentes (SMRA/CCA) en un escenario de nuevas tecnologías, posibilidad para pagar el espectro en cuotas, entre otros.

Entrevistado	Ideas clave
Fernando Beltrán	<ul style="list-style-type: none"> • Se tiene que ver cuál es el objetivo de política: ¿Recaudatorio o Cobertura? • En el caso de la subasta de Colombia, el objetivo no fue hacer dinero. La Ley de Colombia establece que se debe tener un enfoque de cobertura. • Las subastas de espectro deben tener una protección jurídica: Para evitar lo que sucedió con el operador Partners. • La tendencia internacional evidencia que hay preferencia para usar modelos CCA o similares, frente a otros. • Se debe tener cuidado con aquellos que no puede entender bien un nuevo modelo.
Juan Ignacio Crosta	<ul style="list-style-type: none"> • Para evaluar mecanismos se debe tener 4 a 5 criterios: Por ejemplo, recaudación, simpleza, asignación eficiente, mitigación de riesgos, enfoque de nuevas tecnologías, promoción de entrantes. • También se debe tener en cuenta cual es el objetivo de política pública que persigue el Estado: No se puede maximizar más dos objetivos con la misma herramienta. • En el caso de Chile su enfoque es usar concurso de belleza. • En el caso de USA son licencias regionales. • En el caso de Colombia, hubo errores de diseño que conllevaron a que Parners distorsione el proceso. • Es adecuado usar un esquema de índice (cobertura – precio), permite que se invierta en cobertura. • En los modelos de múltiples rondas ascendentes se debe mitigar el riesgo de colusión.
Jesús Guillen	<ul style="list-style-type: none"> • En la subasta de la banda de 700MHz, el objetivo del Estado fue recaudatorio. • Existía un temor por el ingreso de un nuevo modelo de subastas. • El esquema de sobre cerrado es simple: Todos lo entienden. • En la medida que un nuevo modelo es totalmente desconocido, puede existir el riesgo de que algo salga mal y por tanto se podría afectar la reputación del Estado. • Se debería capacitar a los profesionales: Pasantías internacionales. • Respecto al pago en cuotas del monto adjudicado, se debe evaluar, y debe ser aprobado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). • En el Perú se tiene experiencia en obligaciones de cobertura (Bandas asignadas a Viettel).

Gonzalo Ruiz	<ul style="list-style-type: none"> • El Factor de competencia es una suma de dinero. Ha habido entregas de espectro sin concurso. El hecho de que haya concurso es algo bueno. • La maldición del ganador puede ser graves cuando hay mucha competencia. • El factor de competencia tiene que ser medible y tiene que ser objetivo. • El Perú es en un mercado de pocos postores. Además, tiene un ARPU bajo. • Se debe tener cuidado con los problemas de ofertas temerarias y comportamientos oportunistas. • En relación con el pago en armadas: Se debe exige una carta fianza, que de todas formas es costoso para el operador.
Lucas Gallitto	<ul style="list-style-type: none"> • El modelo por usar y los criterios para evaluar, dependen de cuál es el objetivo de política pública. • El espectro solo tiene valor si convierte esas ondas en conectividad a través de infraestructura: hay un capital que lo transforma. • Los sobres cerrados tienden a inflar el precio. Y no se hace de forma eficiente. • Se deben usar mecanismos que permitan descubrir precios. • Al adoptar un nuevo modelo, se debe tener en cuenta el riesgo de la Contraloría. • A la fecha, un esquema de múltiples rondas ascendentes no es complejo. • El resultado de Partners en Colombia fue una suma de errores, no del modelo en sí.
Aldo Laderas	<ul style="list-style-type: none"> • Siempre hay que combinar el tema de mejores prácticas, pero hay que ver la opinión de los consultores. Hay una diferencia entre alguien que es Pro-Estado y Pro-Empresa privada. • En banda de 700 MHz para Perú se pudo haber usado otro modelo diferente al de sobre cerrado. • Evaluar los posibles problemas de auditoria y contraloría.
Alberto Ñecco	<ul style="list-style-type: none"> • Un modelo de múltiples rondas introduce un mayor nivel de competencia en el proceso. • Se debe tener cuidado con las ofertas temerarias. • Se debe filtrar a los postores: Que tengan espalda financiera y crediticia. • Un postor grande no va a emitir una oferta temeraria: Afectaría su ranking. • Al introducir un nuevo modelo: Algunos no van a estar de acuerdo, otros sí. Finalmente es un tema de racionalidad económica. • En relación con el pago del espectro en cuotas: El Estado no da créditos. Es una apuesta complicada. MEF debe tenerlo claro.
Luis Montes	<ul style="list-style-type: none"> • El objetivo de cada país es distinto: Va a depender de la coyuntura. • Para calcular el precio base, se usa el modelo de flujo de caja descontado. • De aplicarse una subasta de múltiples rondas en el Perú, se tiene el riesgo de corrupción. • En caso se adopte un nuevo modelo, se debería usar el esquema colombiano.
Fabian Herrera	<ul style="list-style-type: none"> • Cada proceso tiene objetivos diferentes: Estos cambian. • Desde el 2010, en Colombia se usa un esquema de subastas de múltiples rondas.

	<ul style="list-style-type: none"> • Una subasta a sobre cerrado es muy susceptible a errores: no hay lugar a recuperación de errores. • En un esquema de múltiples rondas se debe tener cuidado con los precios predatorios. • Se capacita a los postores. Hay simulaciones. Se alquila un hotel y se adecuan las habitaciones para evitar comunicación entre postores. • En Colombia se permite el pago en plazos. • Chile siempre ha sido un caso atípico. • La subasta de múltiples rondas tiene información de soporte, respaldo de la UIT y respaldo del <i>benchmark</i> internacional.
Wilson Cardoso	<ul style="list-style-type: none"> • El modelo de sobre cerrado debería desecharse. • SMRA es el modelo de Alemania. Tarda mucho tiempo. • En Brasil se usa el esquema SMRA y CCA. • En Chile se usa el modelo de concurso de belleza. • Asignar la de 3.7 a 3.8 GHz: Verticales. Fue adoptada en Europa y Finlandia. • Se debe priorizar la expansión de infraestructura.

Elaboración: Propia usando información de los diez profesionales entrevistados.

Notas biográficas

Elizabeth Rodríguez Armas

Abogada, egresada el año 2006, y titulada por la Pontificia Universidad Católica del Perú, con segunda especialidad en Derecho Público y Buen Gobierno por la Pontificia Universidad Católica del Perú en el año 2015. Asimismo, cuenta con estudios de especialización en energía e hidrocarburos y en Asociaciones Público-Privadas y Proyectos en Activos.

Cuenta con más de doce años de experiencia laboral en la asesoría legal en proyectos de inversión privada, tanto en el diseño de los procesos de promoción, como en la ejecución contractual, desde el sector público y privado. Ha colaborado en el libro “La Industria del Gas Natural en el Perú: A Diez años del Proyecto Camisea”, publicado por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin y ha participado en el análisis y formulación de recomendaciones para la aplicación del actual marco normativo de las Asociaciones Público-Privadas, tanto respecto a las reglas de los procesos de promoción como el diseño contractual. Actualmente, se desempeña como asesora legal de Dirección Especial de Proyectos de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Proinversión.

Javier More Sanchez

Ingeniero electrónico y de telecomunicaciones, egresado el año 2008, y titulado por la Universidad Nacional de Piura. Magíster en ingeniería de las telecomunicaciones, graduado en la Pontificia Universidad Católica del Perú en el año 2014. Asimismo, cuenta con estudios de especialización en ingeniería de comunicaciones inalámbricas en el INICTEL-UNI.

Cuenta con más de doce años de experiencia laboral en el sector telecomunicaciones, desempeñándose tanto en el sector público como en el privado. Ha participado en la elaboración de diversos informes relacionados a la gestión del espectro radioeléctrico en el Perú, en la configuración de equipos que hacen uso del espectro radioeléctrico, y ha sido parte de 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”. Actualmente se desempeña como especialista tecnológico en la Dirección de Políticas Regulatorias y Competencia del Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL).