



# Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6GHz en Chile

Mayo 2023

## Autores

- **Raúl Katz** – PhD, Administración de Empresas y Ciencias Políticas y MS, Tecnología y Políticas de Comunicaciones - *Massachusetts Institute of Technology*, Maestría y Licenciatura, Ciencias de la Comunicación, Universidad de Paris y Maestría, Ciencias Políticas – Universidad de Paris – Sorbona. El Dr. Katz es Director de Investigación de Estrategia Empresaria en el *Columbia Institute for Tele-Information* (Universidad de Columbia), Profesor Visitante de la Universidad de San Andrés (Argentina) y Presidente de *Telecom Advisory Services, LLC* (URL: [www.teleadvs.com](http://www.teleadvs.com)). Antes de fundar *Telecom Advisory Services*, él trabajó durante veinte años en *Booz Allen Hamilton*, donde se desempeñó como Líder de la Práctica de Telecomunicaciones en las Américas y miembro del equipo de dirección de la firma.
  
- **Juan Jung** – PhD y Maestría en Economía, Universidad de Barcelona, Licenciatura en Economía, Universidad de la República (Uruguay). Especializado en econometría y análisis estadístico de las telecomunicaciones. Además de consultor de *Telecom Advisory Services, LLC*, el Dr. Jung es profesor de macroeconomía y microeconomía en la Universidad Complutense de Madrid. Antes de incorporarse a la firma, el Dr. Jung fue Director de Políticas Públicas en la Asociación Interamericana de Telecomunicaciones, y Director del Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina.

**Telecom Advisory Services LLC** (URL: [www.teleadvs.com](http://www.teleadvs.com)) es una firma de consultoría con personalidad jurídica registrada en el estado de Nueva York (EE. UU.) con presencia física en Nueva York, Madrid, Bogotá y Buenos Aires. Fundada en el 2006, la firma ofrece servicios de asesoría y consultoría a nivel internacional, especializándose en particular en el desarrollo de estrategias de negocios y políticas públicas en los sectores de telecomunicaciones y digital. Sus clientes incluyen operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipamiento electrónico, plataformas de Internet, desarrolladores de software, así como los gobiernos y reguladores de Argentina, Colombia, Ecuador, Costa Rica, México, y Perú. Asimismo, *Telecom Advisory Services* ha realizado numerosos estudios de impacto económico y planeamiento de tecnologías digitales para la GSMA, la NCTA (EE.UU.), *Cable Europe*, la CTIA (EE.UU.), y la Wi-Fi Alliance. En el ámbito de organizaciones internacionales, la firma ha trabajado con la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Andina de Fomento, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y el Foro Económico Mundial.

*Este estudio fue comisionado por la Dynamic Spectrum Alliance y realizado en el periodo comprendido entre enero y abril de 2023; el mismo representa el punto de vista de los autores.*

# ÍNDICE

## AGRADECIMIENTOS

## RESUMEN EJECUTIVO

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

- 2.1. El valor intrínseco del espectro no licenciado
- 2.2. La decisión de designar la banda de 6 GHz para uso no licenciado en Chile

### 3. METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR EL VALOR DE LA DESIGNACIÓN DE LA BANDA DE ESPECTRO DE 6 GHz PARA USO NO LICENCIADO

- 3.1. Aumento de la cobertura de banda ancha y mejoramiento de la asequibilidad
- 3.2. Aumento de la velocidad de banda ancha como resultado de la disminución de congestión de Wi-Fi
- 3.3. Despliegue acelerado del Internet de las Cosas
- 3.4. Reducción de costos de comunicaciones inalámbricas de empresas
- 3.5. Despliegue de soluciones de realidad aumentada y realidad virtual
- 3.6. Despliegue de Wi-Fi municipal y de Cabinas de Internet
- 3.7. Desarrollo de puntos de acceso de Wi-Fi gratuito
- 3.8. Alineamiento de la designación de espectro con el modelo de economías avanzadas
- 3.9. Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular
- 3.10. Producción y adopción de equipamiento de Wi-Fi
- 3.11. Combinación del valor económico
- 3.12. Efectos adicionales

### 4. AUMENTO DE LA COBERTURA DE BANDA ANCHA Y MEJORAMIENTO DE LA ASEQUIBILIDAD

- 4.1. La situación actual en Chile
- 4.2. Aumento del excedente de consumidores de los abonados a ISP inalámbricos
- 4.3. Impacto en PIB del aumento de la asequibilidad y penetración de banda ancha de abonados de ISP inalámbricos

### 5. AUMENTO DE LA VELOCIDAD DE BANDA ANCHA COMO CONSECUENCIA DE LA DISMINUCIÓN DE LA CONGESTIÓN DE WI-FI

- 5.1. Velocidad actual de banda ancha en Chile y el peso de la congestión de Wi-Fi

- 5.2. **Contribución al PIB como resultado de la reducción de la congestión de Wi-Fi**
- 5.3. **Contribución al excedente del consumidor como resultado de la reducción de la congestión de Wi-Fi**
- 6. **DESPLIEGUE ACELERADO DEL INTERNET DE LAS COSAS**
  - 6.1. **La importancia del Internet de las Cosas en Chile**
  - 6.2. **El excedente del productor de las firmas del ecosistema de Internet de las Cosas**
  - 6.3. **Derrame económico del Internet de las Cosas como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado en Chile**
- 7. **REDUCCIÓN DE COSTOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EMPRESAS**
- 8. **DESPLIEGUE DE SOLUCIONES DE REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL**
  - 8.1. **Excedente del productor generado por la venta de soluciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada**
  - 8.2. **Derrame económico de la Realidad Virtual y Realidad Aumentada**
- 9. **ACELERAMIENTO EN EL DESPLIEGUE DE WI-FI MUNICIPAL**
  - 9.1. **Impacto de las redes de Wi-Fi municipal en el PIB**
  - 9.2. **Contribución de las redes de Wi-Fi municipal al excedente del consumidor**
- 10. **DESARROLLO DE PUNTOS DE ACCESO DE WI-FI GRATUITO**
  - 10.1. **Impacto de Wi-Fi gratuito en el PIB como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado**
  - 10.2. **Impacto de Wi-Fi gratuito en el excedente del consumidor**
- 11. **ALINEAMIENTO DE LA DESIGNACIÓN DE ESPECTRO DE 6 GHz CON EL MODELO DE ECONOMÍAS AVANZADAS**
- 12. **AUMENTO DE CAPACIDAD DE ENRUTAMIENTO DE TRÁFICO CELULAR**
- 13. **PRODUCCIÓN Y ADOPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE WI-FI**
- 14. **VALOR ECONÓMICO DE USO PARCIAL DE LA BANDA DE 6 GHz PARA 5G**

- 14.1. Impacto en el PIB de asignar parcialmente la banda de 6 GHz para 5G**
- 14.2. Impacto en Excedente del Consumidor asociado a las mayores velocidades generadas a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**
- 14.3. Impacto en Excedente del Productor asociado a la industria local de AR/VR generado a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**
- 14.4. Impacto en Excedente del Productor asociado a la industria local de IoT generado a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**
- 14.5. Impacto en Excedente del Consumidor asociado a la compra de smartphones habilitados para el uso de 5G en la banda 6 GHz**
- 14.6. Potenciales recursos a obtenerse por concurso de espectro**

## **15. CONCLUSIÓN**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen el apoyo provisto por Michael Daum, Director - Política Tecnológica (Microsoft); Chuck Lukaszewski, Vice-presidente - Estrategia Inalámbrica y Estándares (HP Enterprise); Hassan Yaghoobi, Arquitecto Principal de Sistemas Inalámbricos - Estándares y Tecnología de Última Generación (Intel); Lester García, Líder de Política de Conectividad - Latam (Facebook); Chris Szymanski, Director - Mercadeo de Producto y Asuntos Gubernamentales (Broadcom); Alan Norman, Director - Políticas de Espectro (Facebook); Burhan Masood, Director Asociado - Línea de Producto (Broadcom); Carlos Rebellón, Director - Relaciones Gubernamentales, Américas (Cisco), y Mary Brown, Director Senior - Relaciones Gubernamentales (Cisco)

Se agradece asimismo a ABI Research por haber otorgado permiso para usar su información y datos en este estudio.

## RESUMEN EJECUTIVO

En octubre del año 2020, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel) de Chile resolvió poner a disposición 1200 MHz en la banda de 6 GHz (5925 a 7125 MHz) para el uso sin licencia de Wi-Fi 6, convirtiéndose así en el primer país latinoamericano en tomar esa decisión.<sup>1</sup> De esta forma, Chile seguía el camino abierto por Estados Unidos y por Corea del Sur, países que habían aprobado anteriormente que 1200 MHz en dicha banda estén disponibles para el uso no licenciado de Wi-Fi.

Sin embargo, posteriormente el gobierno chileno ha abierto las puertas para el uso de 6 GHz por parte de los servicios de IMT, de esta forma revirtiendo la decisión anterior de poner a disposición del uso libre la banda completa para Wi-Fi.<sup>2</sup> El cambio introducido implica que solo la parte inferior de la banda (5925-6425 MHz) se destinará a uso no licenciado, mientras que la parte superior se considerará para IMT. En la documentación oficial de la resolución, el ministerio chileno indicó asimismo que el país quedaría a la espera de una potencial decisión sobre el futuro de la banda en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2023 (CMR-23) de la UIT.

Considerando el debate vigente y la diversidad de posturas que han mantenido las autoridades chilenas en este tema, el propósito del siguiente estudio es estimar el valor económico asociado con la designación de la banda de 6 GHz para uso libre en el país, tanto en caso de asignación completa (o sea 1200 MHz) como en caso de asignación parcial (500 MHz).<sup>3</sup> En adición a lo anterior, también se estimará el valor económico asociado al uso de la parte superior de la banda de 6 GHz para IMT. A partir de ello, se procederá a comparar los dos escenarios alternativos que han estado bajo debate en el país: asignación completa de la banda para uso no licenciado, y asignación parcial tanto para uso no licenciado como para IMT.

Como en estudios anteriores de los autores, la metodología utilizada identifica diez fuentes de valor económico, estimándolas de manera independiente y sumándolas para proporcionar un valor total que incluye la contribución al Producto Interno Bruto (PIB), así como los excedentes del productor<sup>4</sup> y del consumidor<sup>5</sup> (ver cuadro A).

---

<sup>1</sup> Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Modificación a la Resolución del 6 de Octubre de 2017*. Octubre 22, 2020.

<sup>2</sup> Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Resolución 2844 Exenta Modifica Resolución N° 1.985 Exenta, de 2017*. Septiembre 14, 2022.

<sup>3</sup> Este estudio usa de manera indistinta los términos de “espectro no licenciado” y “espectro libre”.

<sup>4</sup> El excedente del productor es la diferencia entre el precio de mercado de un bien y su costo de producción

<sup>5</sup> El excedente del consumidor es la diferencia entre la utilidad total que obtiene el consumidor de un bien o servicio y su precio de mercado.

**Cuadro A. Fuentes de Valor Económico de la Banda de 6 GHz en Chile**

<b>Fuentes de Valor</b>	<b>Contribución al PIB</b>	<b>Excedente del Productor</b>	<b>Excedente del Consumidor</b>
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	Mejoramiento de la asequibilidad asociada con la provisión de servicio de banda ancha y aumento de la capacidad de compartición de líneas en el sector de WISP		Aumento de velocidad a abonados de WISP
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	Beneficio resultado de la eliminación de cuellos de botellas en conexiones de alta velocidad a partir del aumento de velocidad de Wi-Fi		Excedente del consumidor resultado del aumento de velocidad de la banda ancha
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	Derrame económico del Internet de las Cosas resultado de su despliegue en sectores de la economía chilena (p.e., alimenticia, logística, etc.)	Márgenes de empresas del ecosistema (hardware, software y servicios) involucradas en el despliegue de IoT	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		Reducción de costos de empresas en el uso de telecomunicaciones inalámbricas	
Despliegue de soluciones de AR/VR	Derrame económico resultado del despliegue de AR/VR en la economía chilena	Márgenes de empresas del ecosistema relacionado con la industria de AR/VR	
Despliegue de Wi-Fi municipal y de Cabinas de Internet	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países	Oportunidad potencial relacionada con el desarrollo de la manufactura de equipamiento de Wi-Fi	Beneficio relacionado con las economías de escala resultantes del alineamiento de Chile con otras naciones avanzadas (por ejemplo, Estados Unidos y Corea del Sur)	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		Reducción de la inversión de capital como resultado del enrutamiento de tráfico celular a puntos de acceso Wi-Fi	
Equipamiento de Wi-Fi		Márgenes de empresas por la producción de equipamiento Wi-Fi	

*Fuente: análisis Telecom Advisory Services*

El valor económico acumulado entre el 2023 y 2031 resultante de la designación de 1200 MHz en la banda de 6 GHz para uso libre en Chile suma US\$ 45.185 mil millones, distribuidos

entre US\$ 32.89 mil millones de contribución al PIB, US\$ 3.52 mil millones en excedente del productor y US\$ 8.78 mil millones en excedente del consumidor (cuadro B).

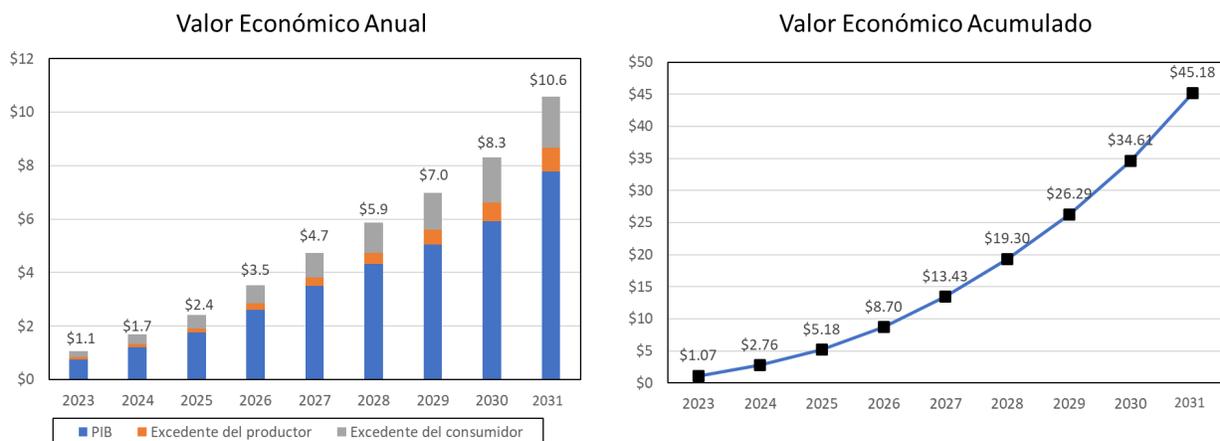
**Cuadro B. Chile: Valor Económico de la designación completa de la banda de 6 GHz (2023-2031) (en mil millones US\$)**

Fuentes de Valor	Contribución al PIB	Excedente del Productor	Excedente del Consumidor
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	\$0.803		\$0.027
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	\$20.211		\$3.895
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	\$6.568	\$1.147	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		\$0.117	
Despliegue de soluciones de AR/VR	\$4.519	\$1.539	
Despliegue de Wi-Fi municipal	\$0.187		\$0.008
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	\$0.602		\$0.328
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países		\$0.068	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		\$0.647	
Equipamiento de Wi-Fi		\$0.000	\$4.520
<b>TOTAL</b>	<b>\$32.890</b>	<b>\$3.517</b>	<b>\$8.778</b>

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

El valor económico por año aumenta en el tiempo con un aceleramiento significativo hacia el final del período considerado debido a la capacidad de apalancamiento a largo plazo de la banda de 6 GHz (ver gráfico A).

**Gráfico A. Chile: Valor Económico de la designación de 1200 MHz en la banda de 6 GHz (en US\$ mil millones)**



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

En caso de asignación parcial (500 MHz) para uso libre de la banda de 6 GHz, el valor económico acumulado entre el 2023 y 2031 resultante suma US\$22.82 mil millones, distribuidos en US\$ 14.21 mil millones de contribución al PIB, US\$ 2.73 mil millones en excedente del productor y US\$ 4.52 mil millones en excedente del consumidor (Cuadro C).

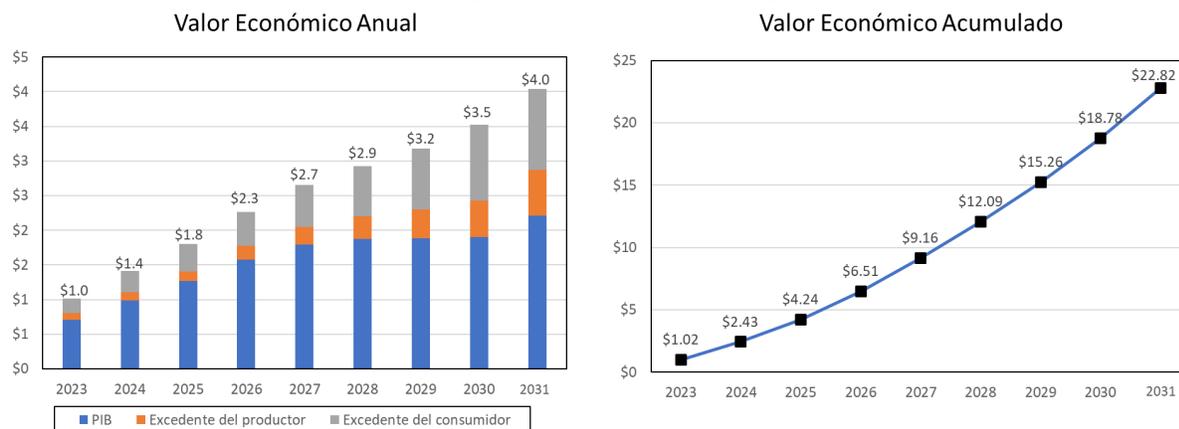
**Cuadro C. Chile: Valor Económico de la designación parcial para uso libre de la banda de 6 GHz (2023-2031) (en mil millones US\$)**

Fuentes de Valor	Contribución al PIB	Excedente del Productor	Excedente del Consumidor
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	\$0.772		\$0.027
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	\$3.742		\$1.000
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	\$6.568	\$1.147	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		\$0.117	
Despliegue de soluciones de AR/VR	\$2.399	\$0.816	
Despliegue de Wi-Fi municipal	\$0.170		\$0.008
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	\$0.558		\$0.327
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países		\$0.000	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		\$0.647	
Equipamiento de Wi-Fi		\$0.000	\$4.520
<b>TOTAL</b>	<b>\$14.209</b>	<b>\$2.727</b>	<b>\$5.882</b>

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

El valor económico por año se modera con el paso del tiempo dado que la asignación parcial implica que surjan cuellos de botella hacia el final del periodo limitando la capacidad de apalancamiento de la banda de 6 GHz (ver gráfico B).

**Gráfico B. Chile: Valor Económico de la designación parcial en la banda de 6 GHz (en US\$ mil millones)**



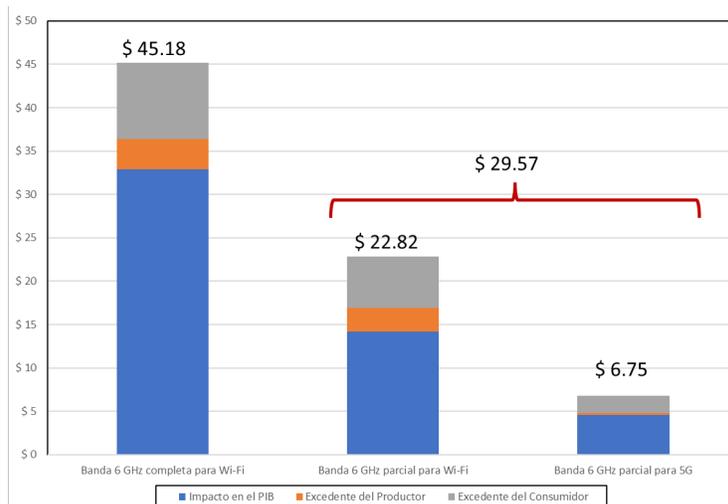
Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Por otra parte, el valor económico asociado a asignar 700 MHz de la banda de 6 GHz para 5G suma en total US\$ 6.75 mil millones durante el período 2023-2031, distribuidos entre US\$ 4.58 mil millones de contribución al PIB, US\$ 0.20 mil millones de excedente del productor y US\$ 1.97 mil millones de excedente del consumidor.

Las tres estimaciones son combinadas para reflejar el valor económico de las dos alternativas que están sujetas a debate en el ámbito local chileno, la de asignación completa

de la banda 6 GHz para uso no licenciado, o la asignación parcial para ambos fines (700 MHz para IMT y 500 MHz para uso libre). De la comparativa se evidencia que el mayor valor económico se corresponde con la asignación total para uso no licenciado (US\$ 45.18 mil millones contra US\$ 29.57 mil millones).

**Gráfico C. Chile: Comparativo de los diferentes escenarios con la banda de 6 GHz (en US\$ mil millones)**



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Adicionalmente al valor estrictamente económico, es importante mencionar un aspecto importante a tener cuenta en la designación completa de la banda de 6 GHz para uso libre. La experiencia de los últimos años en el que el mundo se enfrentó al COVID-19 ha demostrado la importancia crítica de Wi-Fi para apoyar la infraestructura capaz de mitigar los efectos económicos y sociales de la pandemia<sup>6</sup>. El confinamiento en hogares ha puesto de manifiesto la importancia de la tecnología para apoyar la educación a distancia, el teletrabajo y hasta la telemedicina. En este marco, el aumento exponencial del tráfico de las telecomunicaciones residenciales ha impactado el uso de Wi-Fi, lo que ha demostrado la congestión experimentada por los enrutadores de Wi-Fi en el hogar, lo que requiere que estos tengan la capacidad de usar espectro en otras bandas de espectro no licenciado como la de 6 GHz.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Con respecto a la importancia de las telecomunicaciones para mitigar el impacto negativo de las pandemias, ver Katz, R., Jung, J. and Callorda, F. (2020a). "Can digitization mitigate the economic damage of a pandemic? Evidence from SARS". *Telecommunications Policy* 44, 102044; Katz, R. and Jung, J. (2022). *The contribution of broadband internet to healthcare before and during the pandemic*. New York: Telecom Advisory Services; Katz, R. and Jung, J. (2022). *The role of a robust broadband infrastructure in building economic resiliency during the pandemic*. Washington, DC: Network On, September.

<sup>7</sup> Para más referencia, consultar Katz, R.; Jung, J. and Callorda, F. (2020b). *COVID-19 and the economic value of Wi-Fi*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved at: [https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/COVID-19\\_Economic\\_Value\\_Wi-Fi\\_202012.pdf](https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/COVID-19_Economic_Value_Wi-Fi_202012.pdf)

A efectos de establecer una comparación directa entre categorías equivalentes, las cifras del Gráfico C no incorporan en el caso de asignación para IMT los recursos resultantes de la subasta de dicho espectro. Aún si estos fuesen considerados, en el mejor escenario (todo lo recaudado se vuelca a inversión en redes, considerando el efecto multiplicador), tal impacto ascendería a 2.8 billones de dólares en el segundo escenario, pasando de USD 29.57 a USD 32.37, lo que no cambia las conclusiones acerca de cuál sería la alternativa más conveniente.

Adicionalmente, corresponde mencionar la dificultad técnica que existe bajo este escenario que los operadores de IMT compartan las frecuencias asignadas con los operadores satelitales, lo que incluye limitaciones en términos de la altura de las antenas y su localización.<sup>8</sup> Por ello, aun cuando en este trabajo se realiza un ejercicio de estimación los beneficios potenciales del futuro uso de la parte alta de la banda de 6 GHz para IMT para Chile, dichos beneficios se estarían sobreestimando de manera importante ya que, con la evidencia técnica existente, es un hecho que IMT interferiría significativamente con los titulares incumbentes en la banda. Esto implica además que, si se mantuvieran las distancias requeridas para la coexistencia basados en los estudios conocidos y discutidos en el WP5D, no quedaría mucha área urbana donde IMT podría implementarse, reduciendo significativamente los beneficios estimados en el presente trabajo para IMT en 6 GHz para Chile.

Como es fundamentado en este estudio, la designación de 1200 MHz en la banda de 6 GHz para uso libre comienza a generar un beneficio económico desde el primer momento a partir de la resolución de la congestión de enrutadores de Wi-Fi en el mercado residencial y del desarrollo y despliegue de múltiples casos de uso en el sector productivo. La alternativa, consistente en esperar hasta que los operadores de telecomunicaciones inalámbricas (IMT) tengan necesidad de acceder a espectro adicional en esta banda – pospone la creación de valor económico con el consiguiente costo de oportunidad para la economía chilena.

---

<sup>8</sup> Una importante fuente de evidencia en materia de la factibilidad técnica futura del uso de la parte alta de la banda de 6 GHz para IMT comprende los estudios recibidos y discutidos en el marco del Grupo de Trabajo de la UIT WP5D. Dicho material se encuentra disponible online (5D/1555 Anexos 4.15-4.20) y se escapa del objeto de este estudio presentar una revisión detallada de los mismos. En ese sentido, ya existen en la literatura documentos presentados en ese mismo Grupo donde se comparan los diferentes estudios, como el trabajo realizado por GSOA (Documento 5D/1646). Sin embargo, en resumen, los trabajos se pueden dividir en 3 tipos de estudios: 1 Enfocados en enlaces fijos FS (Anexo 4.18), 2. Enfocados en enlaces satelitales ascendentes FSS (Anexo 4.19) y 3. Enfocados en enlaces satelitales descendentes (Anexo 4.20).

## 1. INTRODUCCIÓN

En octubre del año 2020, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel) de Chile resolvió poner a disposición la totalidad (o sea 1200 MHz) de la banda de 6 GHz (5925 a 7125 MHz) para el uso sin licencia de Wi-Fi 6, convirtiéndose así en el primer país latinoamericano en tomar esa decisión.<sup>9</sup> De esta forma, Chile seguía el camino abierto por Estados Unidos y por Corea del Sur, países que habían aprobado previamente que 1200 MHz en dicha banda estén disponibles para el uso no licenciado.

Sin embargo, posteriormente el gobierno chileno abrió las puertas para el uso de 6 GHz por parte de los servicios de IMT, revirtiendo de esta forma la decisión anterior de poner a disposición la banda completa para uso libre.<sup>10</sup> Los cambios introducidos implican que solo la parte inferior de la banda (5925-6425 MHz) se destinará a uso no licenciado, mientras que la parte superior se destinará para IMT. En la documentación oficial de la resolución, el ministerio chileno indicó asimismo que el país quedaría a la espera de una potencial decisión sobre el futuro de la banda en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2023 (CMR-23) de la UIT.

Considerando el debate vigente y la diversidad de posturas que han mantenido las autoridades chilenas en este asunto, el propósito del siguiente estudio es estimar el valor económico asociado con la designación de la banda de 6 GHz para uso libre en el país, tanto en caso de asignación completa (o sea 1200 MHz) como en caso de asignación parcial (500 MHz). Para ello, se evaluará el impacto en la calidad del servicio, cobertura, y asequibilidad, así como en el despliegue de aplicaciones y casos de uso que puedan ser implementados en los mercados de consumidores individuales y empresas. En términos generales, la metodología empleada en este estudio es similar a la utilizada por los autores en las investigaciones realizadas en el caso de la decisión de la banda de 6 GHz en Estados Unidos<sup>11</sup>, Brasil<sup>12</sup>, México<sup>13</sup> y Colombia<sup>14</sup> en las cuales se identifican diferentes fuentes de valor económico, estimándolas de manera independiente y sumándolas para determinar un valor total que incluya la contribución al PIB, el excedente del productor y del consumidor.

En adición a lo anterior, y con fines comparativos, también se estimará el valor económico asociado al uso de la parte superior de la banda de 6 GHz para IMT. A partir de ello, se

---

<sup>9</sup> Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Modificación a la Resolución del 6 de Octubre de 2017*. Octubre 22, 2020.

<sup>10</sup> Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Resolución 2844 Exenta Modifica Resolución N° 1.985 Exenta, de 2017*. Septiembre 14, 2022.

<sup>11</sup> Katz, R. (2020). *Assessing the economic value of unlicensed use in the 5.9 GHz and 6 GHz bands*. Washington, DC: Wi-Fi Forward. Retrieved in: <http://wififorward.org/wp-content/uploads/2020/04/5.9-6.0-FINAL-for-distribution.pdf>.

<sup>12</sup> Katz, R. y Callorda, F. (2020). *Avaliação do valor econômico do uso não licenciado na faixa de 6 GHz no Brasil*. Dynamic Spectrum Alliance (agosto). Retrieved in: <http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/Assessment-of-6GHz-in-Brazil-Dr.-Raul-Katz.pdf>

<sup>13</sup> Katz, R. y Callorda, F. (2021). *Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6 GHz en México*. Dynamic Spectrum Alliance (Enero).

<sup>14</sup> Katz, R. y Callorda, F. (2021). *Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6 GHz en Colombia*. Dynamic Spectrum Alliance (Enero).

procederá a comparar los dos escenarios alternativos que han estado bajo debate en el país: asignación completa de la banda para uso no licenciado, y asignación parcial tanto para uso no licenciado como para IMT.

El capítulo 2 presenta antecedentes y el marco teórico requerido para encuadrar el análisis. El capítulo 3 presenta las metodologías empleadas para calcular el valor económico resultante de la designación de la banda de 6 GHz para su uso no licenciado. A partir de ello, los capítulos 4 hasta 13 presentan los análisis y resultados de cada fuente de valor. El capítulo 14 analiza el valor económico asociado al uso parcial de la banda de 6 GHz para 5G. Finalmente, el capítulo 15 presenta las conclusiones y la estimación agregada de valor económico asociado a las diferentes propuestas alternativas.

## 2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

### 2.1. El valor intrínseco del espectro no licenciado

El espectro radioeléctrico no licenciado (es decir, el espectro que no es designado para uso privado mediante el otorgamiento de una licencia) existe desde 1930, aunque fue en 1985 cuando la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos determinó formalmente la utilización libre para las bandas de 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz, y 5725-5850 MHz, las que fueron plataformas clave para el despliegue de dispositivos que usan estándares como Bluetooth y Wi-Fi. En 2003, la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, reconociendo el valor creciente de la tecnología y las aplicaciones operando en bandas no licenciadas, decidió abrir más bandas de espectro para su uso libre. A partir de ese momento, la tecnología de Wi-Fi ha asumido una posición fundamental en el ecosistema de comunicaciones inalámbricas. El éxito de Wi-Fi y Bluetooth llevó a que el regulador de Estados Unidos designase más bandas para uso no licenciado: a finales del 2008, aproximadamente 955 MHz fueron designados en las bandas de 900 MHz, 2.4 GHz, 5.2/5.3/5.8 GHz, y arriba de 60 GHz. En el 2014, la FCC designó la banda de 5.8 GHz y recientemente la extendió a la parte inferior (45 MHz) de la banda de 5.9 GHz. Finalmente, en el 2020, la Comisión Federal de Comunicaciones designó para uso no licenciado 1200 MHz en la banda de 6 GHz. La tendencia de determinar el uso libre de la banda de 6 GHz en su totalidad se ha extendido a numerosos países, incluyendo en América Latina a Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras y Perú.

El modo más eficiente de administrar espectro ha estado siendo debatido en los últimos sesenta años, sobre todo a partir del trabajo de Roland Coase (1959) sobre gestión de espectro. Un aspecto central de este debate se refiere a la porción del espectro para la cual no se otorgan licencias de uso exclusivo, sino que se las designa como de uso libre siempre y cuando los usuarios respeten ciertas reglas técnicas respecto a la interferencia. Los temas centrales de política pública se refieren a si el otorgamiento de licencias de uso exclusivo puede tener un impacto negativo en la innovación, o cuál es el impacto en los ingresos a las arcas del gobierno de la designación de espectro no licenciado (en la medida en que no se realizan subastas de licencias). A partir de ello, la investigación académica ha producido numerosas contribuciones en apoyo de la designación de espectro para uso libre (Milgrom et al, 2011; Carter, 2003; Cooper, 2011; Marcus et al, 2013; Crawford, 2011; Benkler, 2012; Calabrese, 2013). Si bien el debate ya ha puesto de manifiesto los efectos benéficos del espectro no licenciado - como ser el estímulo a la innovación, y la complementariedad de redes móviles - es solamente en los últimos años en los que la investigación se ha enfocado en la medición de su valor económico. Áreas exploradas analíticamente para ello incluyen los excedentes del productor y consumidor y la contribución al producto interno bruto (PIB).<sup>15</sup>

Parte de la dificultad en el análisis del valor económico de espectro libre reside en el hecho que, contrariamente al espectro licenciado, el cual es usado por unos pocos servicios

---

<sup>15</sup> Este tipo de investigación se contrapone a la valoración de excedente del consumidor generado por el uso de espectro licenciado, como ha sido estudiada por Hazlett (2005) y Hausman (1997).

homogéneos, las bandas de espectro no licenciado representan una plataforma para el despliegue de numerosos servicios y dispositivos heterogéneos. Adicionalmente, considerando la complementariedad entre aplicaciones que dependen del espectro licenciado y no licenciado, la estimación de su valor económico no es simple. Dicho sea esto, a pesar de la complejidad analítica, el debate alrededor de la gestión de espectro requiere la producción de evidencia del impacto económico, basada ésta en el cálculo riguroso del valor del espectro no licenciado.

En 2009, Richard Thanki produjo la primera estimación del valor del espectro no licenciado. El autor estimó que el valor de espectro libre en tres grandes aplicaciones (Wi-Fi residencial, Wi-Fi en hospitales, y RFID en la industria de indumentaria) en los Estados Unidos representaban un rango de entre US\$16 mil millones y \$36.8 mil millones. Al mismo tiempo, el investigador reconoció que estas estimaciones cubrían tan solo una fracción del valor económico total<sup>16</sup> y que, eran muy conservadoras. Dos años más tarde, Milgrom et al. (2011) validaron los valores de Thanki, pero agregaron estimaciones en otras áreas y usos. Por ejemplo, los autores estimaron que el valor económico del iPad, la tableta de Apple cuyo funcionamiento estaba intrínsecamente ligado a la funcionalidad de Wi-Fi, debía ser incluido en la estimación de valor económico (US\$ 15 mil millones). Adicionalmente, los autores cuantificaron otros beneficios en Estados Unidos como el hecho de que Wi-Fi era una tecnología esencial para el enrutamiento de tráfico celular y, como consecuencia permitía a los operadores reducir su inversión de capital (en US\$ 25 mil millones). Otro beneficio adicional incluía el ahorro para consumidores que no dependían de planes de datos de operadores móviles al usar Wi-Fi para una porción de su tráfico (US\$ 12 mil millones). Finalmente, los autores hicieron referencia a otros beneficios no cuantificados como el uso de Wi-Fi para aplicaciones en empresas y en el acceso inalámbrico para ISP. Un año más tarde, Thanki (2012) produjo una nueva investigación en la que refinó su estimación de Wi-Fi residencial y estimó otros beneficios del espectro no licenciado. De acuerdo con estos cálculos, el autor consideró que el excedente del consumidor anual de Wi-Fi residencial representaba un rango de entre \$118 y \$228 por hogar (o sea un total de US\$ 15.5 mil millones para Estados Unidos). Adicionalmente, Thanki estimó el excedente del productor ocasionado por el ahorro de capital para operadores celulares ocasionado por el enrutamiento de tráfico a puntos de acceso Wi-Fi (US\$ 8.5 mil millones en Estados Unidos). Finalmente, el autor consideró el valor generado por la reducción de precios y consiguiente mayor asequibilidad relacionada con el despliegue de ISP que dependen de Wi-Fi para la entrega de servicios de banda ancha (los denominados WISP). El mismo año en el que Thanki produce su segunda investigación, Cooper (2012) calculó el valor económico estimando el número de radio bases que los operadores celulares estadounidenses podrían eliminar como resultado del enrutamiento de tráfico a puntos de acceso Wi-Fi (130,000), lo que resultaría en un ahorro de US\$ 26 mil millones. En la misma tesitura, el autor de este documento desarrolló numerosos estudios calculando el valor económico de espectro no licenciado en diferentes bandas en los Estados Unidos (Katz, 2014a, 2014b, 2018, 2020) y en otras economías avanzadas (Katz et al., 2018).

---

<sup>16</sup> Thanki estimo que el beneficio de las tres aplicaciones estudiadas representaba tan solo 15% del costo de los semiconductores usados para la fabricación de dispositivos operando en las bandas no licenciadas en los Estados Unidos en el 2014.

En resumen, la evidencia generada hasta el momento es suficientemente clara, fundamentando el valor de espectro libre como facilitador de numerosas aplicaciones servicios y dispositivos (ver ejemplos en el cuadro 2-1).

**Cuadro 2-1. Espectro no licenciado: Normas y tecnologías complementarias facilitadas**

Normas	Bandas de espectro	Rango geográfico	Tasa de transmisión	Dispositivos y aplicaciones
Wi-Fi (802.11b, 802.11ax)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4 GHz</li> <li>• 3.6 GHz</li> <li>• 5 GHz</li> <li>• 6 GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interiores: 38 metros</li> <li>• exteriores: 125 metros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta 1200 Mbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadoras, impresoras, escáneres, tabletas</li> <li>• Smartphones</li> <li>• Dispositivos de AR/VR</li> </ul>
Bluetooth (802.15.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4 GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangos reducidos en interiores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-3 Mbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redes de PC</li> <li>• Escáneres de código</li> <li>• Terminales para el pago de tarjetas de crédito</li> </ul>
ZigBee (802.15.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 915 MHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 metros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 250 Kbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptores inalámbricos</li> <li>• Medidores de electricidad</li> <li>• Sistemas de gestión de tráfico</li> </ul>
Wireless HART (802.15.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4 GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interiores: 60 -100 metros</li> <li>• exteriores: 250 metros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 250 Kbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de equipamiento y procesos</li> <li>• Monitoreo ambiental, gestión de energía</li> <li>• Gestión de activos, mantenimiento predictivo, diagnóstico avanzado</li> </ul>
Wireless HD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 pies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28 Gbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivos de electrónica de consumo de alta definición</li> </ul>
WiGig (802.11ad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 -10 pies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Gbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartphones, Tablet</li> <li>• PCs &amp; periféricos, TV &amp; periféricos</li> <li>• Cámaras digitales, cámaras de video</li> </ul>
RFID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50-500 KHz</li> <li>• 13.56 MHz</li> <li>• 0.9 to 2.5 GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta 29 pies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo lectura: 8.75 kbps</li> <li>• Lectura-Escritura activa: 3 kbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trazabilidad de activos</li> <li>• Trazabilidad de ganado, pagos de tarjeta de crédito</li> <li>• Sensores de peaje</li> <li>• Gestión de cadenas de suministro</li> </ul>

*Fuente: Compilado por Telecom Advisory Services*

Desde el punto de vista teórico, el valor económico del espectro no licenciado puede ser categorizado en términos de cuatro dimensiones:

- **Complementariedad con tecnologías de banda ancha fija y móvil:** una tecnología complementaria es un recurso que, debido a sus características, compensa las limitaciones de otras. En el caso de la gestión de espectro, las bandas de espectro uso libre pueden aumentar la eficiencia de dispositivos que usan espectro licenciado. Por ejemplo, los puntos de acceso de Wi-Fi operando en bandas no licenciadas aumentan el valor de las redes celulares permitiendo a dispositivos móviles usar acceso gratuito, con lo cual el usuario reduce su costo de acceso a Internet, aumentando la velocidad de descarga, en la medida de que los puntos de acceso Wi-Fi proporcionan

una velocidad de acceso generalmente superior a aquella ofrecida por las redes celulares (aunque esta ventaja disminuye para las redes 5G).

Los operadores celulares pueden asimismo reducir su inversión de capital complementando las redes celulares con puntos de acceso Wi-Fi, los cuales son considerablemente más económicos aun cuando se considere que estos requieren una mayor densidad de despliegue. Al mismo tiempo, los operadores celulares pueden ofrecer servicio con una más alta velocidad de acceso, evitando la congestión de radio bases.

- **Desarrollando tecnologías alternativas, y consecuentemente expandiendo las opciones para consumidores:** adicionalmente al complemento de redes celulares, el espectro no licenciado provee una plataforma para operar tecnologías que son sustitutos a aquellas que operan bajo espectro licenciado, con lo cual se expande el rango de opciones para los consumidores. Al limitar el poder y depender de espectro con bajo nivel de propagación, las bandas no licenciadas evitan interferencia, lo cual transforma en irrelevante el concepto de derecho de propiedad del espectro. De hecho, algunas de las innovaciones más importantes en comunicaciones inalámbricas están vinculadas a Wi-Fi. Este concepto es especialmente relevante en el caso de la banda de 6 GHz y el desarrollo de dispositivos de muy bajo poder (en inglés, *Very Low Power devices*).
- **Proveer un entorno para el desarrollo de modelos de negocio:** al otorgar a consumidores la opción de poder usar otros servicios, el espectro libre también representa un entorno para el desarrollo de nuevos modelos de negocio innovadores. Esta relación de causalidad entre espectro no licenciado e innovación se manifiesta a diferentes niveles. En primer lugar, las empresas que desarrollan nuevas aplicaciones en un ecosistema basado en espectro no licenciado no necesitan la aprobación de operadores celulares para lanzar un producto. Alternativamente, si una firma intenta desarrollar un producto para operar en una banda de espectro licenciado a ciertos operadores celulares, esta puede enfrentarse a una barrera que los economistas denominan “fallos de coordinación” (Milgrom et al., 2011). Por ejemplo, si el producto requiere la aprobación y coordinación de múltiples propietarios de licencias, el innovador debe negociar con cada uno de ellos para evitar el problema de acceso restringido al mercado objetivo.
- **Expansión de acceso a servicios de comunicaciones:** adicionalmente al acceso a aplicaciones explicado arriba, las tecnologías que operan en espectro no licenciado pueden ayudar a resolver la falta de cobertura de servicio que determina parte de la brecha digital. Desarrollos tecnológicos en áreas como el acceso dinámico a espectro y las técnicas de geolocalización (Stevenson et al., 2009) han mejorado significativamente la calidad del servicio de comunicaciones inalámbricas basado en tecnologías que dependen de espectro libre, extendiendo el rango de cobertura geográfica de la norma 802.11, y proporcionando así acceso a un costo reducido en

zonas rurales. Esta dimensión de valor económico es particularmente importante para Chile, como se demostrará en este estudio.

## **2.2. La decisión de designar la banda de 6 GHz para uso no licenciado en Chile**

Como se mencionó anteriormente, Chile avanzó inicialmente con la designación completa de los 1200 MHz para uso no licenciado, para posteriormente revertir esa decisión por un modelo de asignación parcial. La siguiente sección presenta detalles de los modelos que han sido aprobados o están siendo considerados en otros países.

### ***El modelo estadounidense***

En octubre del 2018, la Comisión Federal de Comunicaciones lanzó una Consulta Pública (*Notice of Proposed Rulemaking*, en inglés) recomendando la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado. En particular, la Comisión solicitó comentarios para la designación de los 1200 MHz que componen la banda para ser usados por dispositivos no licenciados. En dicha consulta, la Comisión consideró dos clases de dispositivos:

- Puntos de acceso de poder estándar: puntos de acceso no licenciados serían autorizados en las sub-bandas de 5.925-6.425 GHz y 6.525-6.875 GHz para transmitir señales tanto al interior como al exterior de edificios, operando bajo un sistema de coordinación automática de frecuencias, con niveles de poder similares a los permitidos en la banda de 5 GHz.
- Dispositivos de bajo poder (restringidos a operar al interior de edificios): estos dispositivos operan con niveles de poder cuatro veces más bajos que la norma de Wi-Fi (o sea 250 milliwatts), lo que los excluye de la necesidad de coordinarse por el uso de frecuencia.

En abril del 2020, la Comisión votó unánimemente permitir a estas dos clases de dispositivos operar en la banda de 6 GHz. Los dispositivos de la primera clase (Puntos de acceso de poder estándar) serían permitidos a operar en 850 MHz en las sub-bandas descritas arriba. Los dispositivos de bajo poder serían permitidos a operar en los 1200 MHz de la banda. Como resultado de esta medida, la capacidad espectral disponible para Wi-Fi se cuadruplicó, con lo cual la velocidad de transmisión sería mucho más elevada que la existente bajo la designación de las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz. Por ejemplo, un Smartphone usando un canal de 160 MHz bajo el estándar Wi-Fi 6E podría recibir una transmisión de entre 1 y 2 Gbps. Bajo esta configuración, los enrutadores Wi-Fi tendrían acceso a siete canales de 160 MHz.

Simultáneamente con la decisión de permitir a dispositivos de poder estándar y de bajo poder el acceso a la banda de 6 GHz, la Comisión propuso la creación de una tercera categoría de equipamiento – dispositivos de Muy Bajo Poder (en inglés, *Very Low Power*) – autorizado a operar en niveles 160 veces más bajos que el de los dispositivos estándar. Estos podrían operar tanto al interior como al exterior de edificios en ciertas sub-bandas, y no requerirían coordinación de frecuencia. Los mismos podrían usar múltiples canales de 160 MHz con una

latencia inferior al milisegundo. Esta categoría incluye auriculares y anteojos para realidad virtual y realidad aumentada, dispositivos para *streaming* de videos de ultra definición, conectividad de dispositivos requiriendo alta velocidades o dispositivos de entretenimiento en automóviles.<sup>17</sup> Esta última propuesta no ha sido todavía votada por la Comisión.

La decisión de la Comisión para autorizar el uso no licenciado de los 1200 MHz en la banda de 6 GHz fue demandada judicialmente por los operadores de telecomunicaciones, pero los tribunales denegaron la posibilidad de interponerse a la decisión.<sup>18</sup>

### ***El modelo coreano***

En junio de 2020, el Ministerio de Ciencias y TIC (*Ministry of Science and ICT*, en inglés) presentó una propuesta de “modificación de normas técnicas” para consulta pública.<sup>19</sup> La decisión a ser tomada hacia finales del 2020 planteaba el uso al interior de edificios de la totalidad de la banda de 6 GHz – o sea 5,925-7,125 MHz –. El uso en exteriores sería autorizado en el 2022.<sup>20</sup> En octubre del 2020, el Ministerio anunció que había aprobado el uso de 1200 MHz de espectro en la banda de 6 GHz para uso libre. De acuerdo con las pruebas realizadas por el propio Ministerio, el uso de Wi-Fi en la banda de 6 GHz alcanzaría velocidades de 2.1 Gbps, lo que es cinco veces más rápido que la velocidad actual de Wi-Fi en Corea del Sur, que registra entre 400 y 600 Mbps.<sup>21</sup> Para el país, esta autorización es la primera expansión de espectro para Wi-Fi en los últimos dieciséis años.

### ***El modelo de Brasil***

En mayo del 2020, ANATEL, la agencia reguladora de telecomunicaciones de Brasil aprobó el uso no licenciado de espectro en la banda de 6 GHz.<sup>22</sup> En la decisión, el regulador estipuló que se estaban evaluando dos opciones: (i) designar la banda entera (o sea 1200 MHz) para uso libre, o (ii) designar tan solo 500 MHz. En diciembre del mismo año, el regulador lanzó una consulta pública en la que se formalizaba la designación de la totalidad de la banda. Esta decisión fue votada unánimemente por todos los comisionados.

### ***El modelo del Reino Unido***

La agencia reguladora de las comunicaciones del Reino Unido, Ofcom, decidió designar 500 MHz de la banda de 6 GHz (5925-6425 MHz) para uso no licenciado en interiores, uso

---

<sup>17</sup> FCC ex parte notification from Apple Inc., Broadcom Inc., Facebook Inc., Google LLC, Hewlett Packard Enterprise, Intel Corp., Marvell Semiconductor Inc., Microsoft Corporation, Qualcomm Incorporated (July 2, 2019).

<sup>18</sup> Law 360 (2020). *DC Circuit won't block new FCC rules on 6 GHz for now* (October 1)

<sup>19</sup> Hetting, C. (2020). “South Korea could become Asia’s first 6 GHz nation”. *Wi-Fi News* (June, 27).

<sup>20</sup> Yonhap (2020). “Unlicensed frequency band to boost Wi-Fi speed, smart factory penetration: ministry”, *The Korea Herald*, (June, 27).

<sup>21</sup> Cho Mu-Hyun (2020). “South Korea makes 6 GHz band available for Wi-Fi”, *ZDNet* (October 16).

<sup>22</sup> ANATEL (2020). Analise No 29/2020/CB. Processo no 53500.012176/2019-58.

limitado al exterior, así como para el traspaso de tráfico inalámbrico.<sup>23</sup> Esta porción de la banda de 6 GHz es adyacente a la banda de 5 GHz, también de uso no licenciado, conteniendo características de propagación similares, con canales no superpuestos.

Ofcom estima que esta banda, combinada con las ya autorizadas en las frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz, puede aceptar entre 200 y 400 dispositivos por punto de acceso Wi-Fi con una velocidad teórica máxima de 6.6 Gbps. En junio 2020, Ofcom tomó la decisión final para el uso del espectro en bajo poder en interiores y muy bajo poder al exterior.<sup>24</sup> La designación limitada a 500 MHz fue hecha para demostrar como Wi-Fi puede beneficiarse de la parte baja de la banda, para luego estudiar la posible designación de la porción restante.<sup>25</sup> De acuerdo con el regulador, “seguiremos investigando el uso de la porción alta de la banda de 6 GHz para determinar cuál será su utilización óptima (en el futuro)”.<sup>26</sup>

### ***El modelo europeo***

En respuesta a un requerimiento de la Comisión Europea para investigar la designación de espectro entre 5,925 MHz y 6,425 MHz, la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT) emitió un informe técnico sobre la factibilidad de uso de Wi-Fi en la banda de 6 GHz.<sup>27</sup> El propósito de la recomendación es desarrollar un abordaje armonizado para los 48 países integrantes de CEPT, lo que incluye a los 27 países de la Unión Europea, Suiza, Turquía y Rusia, entre otros. De acuerdo con la recomendación, los enrutadores de Wi-Fi deben tener acceso a tres canales de 160 Mbps. La justificación por la cual la CEPT sólo investigó la sub-banda entre 5,925 y 6,425 MHz se debió que los países europeos operan una cantidad de servicios críticos en la sub-banda alta (servicio fijos punto-a-punto, comunicaciones espaciales, sistemas inteligentes de gestión de tráfico y control de trenes, y algunos sitios de radio astronomía).<sup>28</sup>

\* \* \* \* \*

El análisis de la experiencia internacional a la fecha indica que la designación de la banda de 6 GHz para uso libre se encuentra en un estado de transición. Los reguladores de telecomunicaciones de diferentes países ya están tomando decisiones en base a consultas públicas sobre el uso futuro de la banda. Un número importante de naciones se están inclinando por designar la banda completa, mientras que otros planean continuar estudiando el futuro uso de la porción alta de la banda.

---

<sup>23</sup> Blackman, J. (2020). “UK to release 6 GHz and 100 GHz spectrum for Wi-Fi in smart homes, offices, factories”. *Enterprise IoT insights* (January, 27).

<sup>24</sup> Ofcom (2020). *Statement: improving spectrum access for wi-fi – spectrum use in the 5 and 6 GHz bands* (July 24).

<sup>25</sup> Ebbecke, Ph. (2019). *Road to 6 GHz in Europe*. Presentation to WLPC Prague 2019

<sup>26</sup> Ofcom (2020). *Improving spectrum access for Wi-Fi*. London, p.21.

<sup>27</sup> Hetting, C. (2019). “Europe’s process to release 6 GHz spectrum to Wi-Fi on track, expert says”, *Wi-Fi Now* (June, 2).

<sup>28</sup> Hetting, C. (2020). “EU and CEPT countries ‘highly likely’ to release 6 GHz to Wi-Fi in early 2021, expert says”. *Wi-Fi Now* (October 21).

### 3. METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR EL VALOR DE DESIGNACIÓN DE LA BANDA DE ESPECTRO DE 6 GHz PARA USO LIBRE

El abordaje para ser usado para medir el valor económico de la banda de 6 GHz para uso libre en Chile se enfoca en primer lugar en el crecimiento económico a ser generado a partir de la creación de canales de espectro adicionales. Al incluir una medición de la contribución al producto bruto, se sigue a Greenstein et al. (2010) y otras investigaciones económicas enfocadas en estimar el valor económico de nuevos bienes. En este contexto, la medición en términos de la contribución directa al producto bruto es hecha considerando tan solo el efecto adicional resultante de la designación de espectro en este caso, dejando de lado tendencias endógenas de crecimiento económico.

Adicionalmente a la contribución al PIB, se incluye en este análisis la medición del excedente económico generado por la adopción de tecnologías operando en bandas no licenciadas. La premisa de este análisis es que la designación de espectro para su uso libre genera un desplazamiento tanto en las curvas de oferta y demanda como resultado de cambios en la función de producción de servicios (costos, inversión), así como en la voluntad de pago por parte de los usuarios. Por el lado de la oferta, la metodología mide los cambios en el valor de insumos en la producción de comunicaciones inalámbricas. El ejemplo más claro es la contribución de Wi-Fi a la reducción de capital de inversión y gastos de operadores celulares, aun en el contexto del creciente tráfico. Desde el punto de vista de la teoría económica, la industria celular puede así aumentar su producto, generando un incremento en el beneficio marginal en exceso del costo marginal. Este efecto conlleva una modificación en la curva de la oferta a raíz de la modificación de costos de producción. El concepto de excedente del productor es complementado con la estimación del excedente del consumidor. En este último caso, el valor económico está determinado por la utilidad de la tecnología (por ejemplo, una mayor velocidad de acceso a Internet, o la posibilidad de adquisición de nuevos dispositivos), medida está en términos de la voluntad de pago, en relación con el precio de adquisición de la misma.

A nivel agregado, la metodología usada en este estudio es similar a la que fue implementada en estudios anteriores por el autor<sup>29</sup>, de acuerdo con la cual las diferentes fuentes de valor son estimadas independientemente y luego sumadas en un valor único (lo que permite sumar el impacto en el PIB, con excedentes del productor y consumidor<sup>30</sup>). En estos términos, se identifican todas las fuentes de valor económico, estimándose su impacto, para luego agregarlas. De acuerdo con ello, la dimensión de impacto varía por fuente de valor (ver cuadro 3-1).

---

<sup>29</sup> Katz, R. (2014a). *Assessment of the economic value of unlicensed spectrum in the United States*. New York: Telecom Advisory Services. Katz, R. (2014b). *Assessment of the future economic value of unlicensed spectrum in the United States*. New York: Telecom Advisory Services. Katz, R. (2018). *A 2017 assessment of the current and future economic value of unlicensed spectrum*. Washington, DC: Wi-Fi Forward. Katz, R. (2018). *The global economic value of Wi-Fi 2018-2023*. New York: Telecom Advisory Services. Katz, R. (2020). *Assessing the economic value of unlicensed use in the 5.9 GHz and 6 GHz bands*. Washington, DC: Wi-Fi Forward.

<sup>30</sup> Consideramos que sumar la contribución al PIB y excedente del productor generado por la venta de equipamiento es razonable dado que el impacto en el PIB en nuestros modelos es atribuido fundamentalmente al aumento histórico de la velocidad de descarga de banda ancha y no al excedente del productor determinado por ventas de equipamiento generadas por una nueva designación de espectro.

**Cuadro 3-1. Fuentes de Valor Económico de la Banda de 6 GHz en Chile**

<b>Fuentes de Valor</b>	<b>Contribución al PIB</b>	<b>Excedente del Productor</b>	<b>Excedente del Consumidor</b>
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	Mejoramiento de la asequibilidad asociada con la provisión de servicio de banda ancha y aumento de la capacidad de compartición de líneas en el sector de WISP		Aumento de velocidad a abonados de WISP
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	Beneficio resultado de la eliminación de cuellos de botellas en conexiones de alta velocidad a partir del aumento de velocidad de Wi-Fi		Excedente del consumidor resultado del aumento de velocidad de la banda ancha
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	Derrame económico del Internet de las Cosas resultado de su despliegue en sectores de la economía chilena (p.e., alimenticia, logística, etc.)	Márgenes de empresas del ecosistema (hardware, software y servicios) involucradas en el despliegue de IoT	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		Reducción de costos de empresas en el uso de telecomunicaciones inalámbricas	
Despliegue de soluciones de AR/VR	Derrame económico resultado del despliegue de AR/VR en la economía chilena	Márgenes de empresas del ecosistema relacionado con la industria de AR/VR	
Despliegue de Wi-Fi municipal y Cabinas de Internet	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a mas alta velocidad
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países	Oportunidad potencial relacionada con el desarrollo de la manufactura de equipamiento de Wi-Fi	Beneficio relacionado con las economías de escala resultantes del alineamiento de Chile con otras naciones avanzadas (por ejemplo, Estados Unidos y Corea del Sur)	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		Reducción de la inversión de capital como resultado del enrutamiento de tráfico celular a puntos de acceso Wi-Fi	
Equipamiento de Wi-Fi		Márgenes de empresas por la producción de equipamiento Wi-Fi	Excedente del consumidor resultado del uso del equipamiento Wi-Fi

*Fuente: análisis Telecom Advisory Services*

A continuación, se detallan las metodologías a usar para cada una de las fuentes de valor.

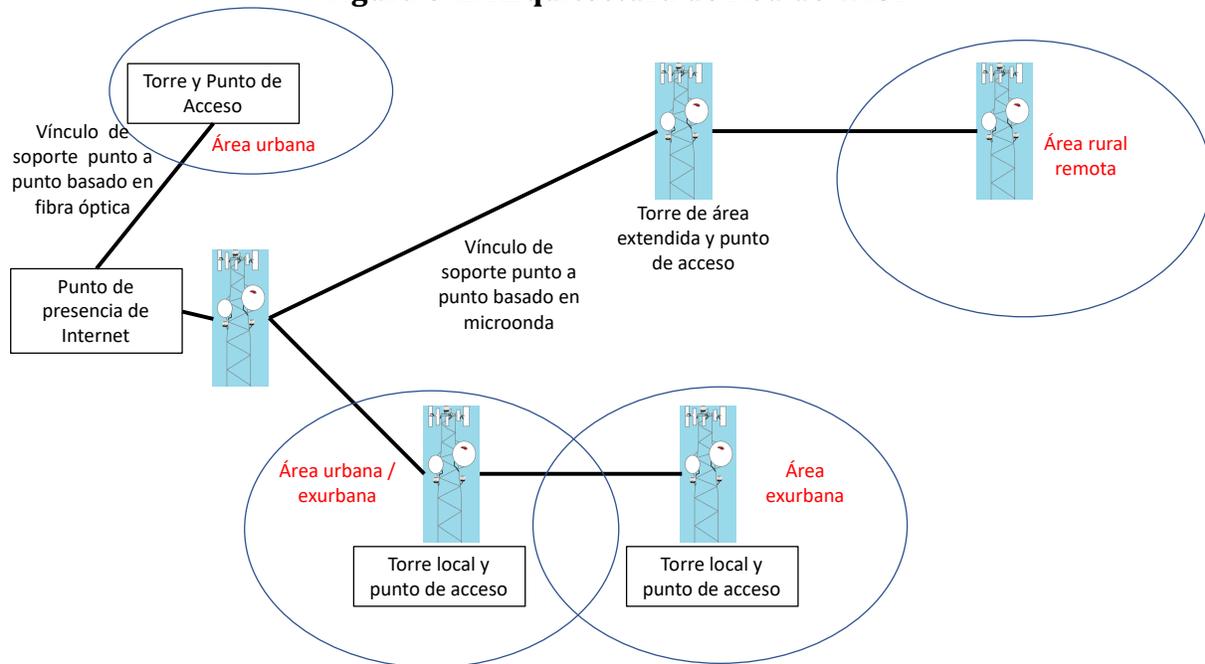
### 3.1. Aumento de la cobertura de banda ancha y mejoramiento de la asequibilidad

Este análisis está enfocado en la estimación del impacto de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre en la industria de proveedores de acceso inalámbrico a Internet (denominados WISP, por sus siglas en inglés) en Chile. Si bien se estiman sólo 50,000 líneas a la fecha (aproximadamente), los WISP representan un contribuyente importante para disminuir la brecha digital. La penetración de banda ancha fija en hogares de Chile es estimada en 82.38%<sup>31</sup>, mientras que la penetración de usuarios únicos de banda ancha móvil alcanza 74.28%<sup>32</sup>. Como es de esperar, la población que no ha adoptado banda ancha está concentrada en los sectores más vulnerables de la población urbana y en las zonas rurales.

Como se demostrará en el capítulo 4 de este documento, los WISP tienden a enfocarse en los sectores más vulnerables de la población y una parte importante de su despliegue se ubica en municipios rurales. Es por ello que nuestra metodología apunta a estimar como los WISP se podrían beneficiar accediendo a la banda de 6 GHz. Como antecedente, corresponde mencionar que tanto las asociaciones de WISP en los Estados Unidos y en Brasil han sido proponentes muy importantes de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre.<sup>33</sup>

La arquitectura de un operador WISP está compuesta de redes de soporte (en inglés, *backhaul*) basadas en fibra óptica o microondas, las que vinculan el punto de presencia de Internet a puntos de acceso locales. Cada punto de acceso depende de tecnología Wi-Fi para ofrecer servicio de banda ancha a usuarios finales (ver figura 3-1).

**Figura 3-1. Arquitectura de Red de WISP**



Fuente: Telecom Advisory Services

<sup>31</sup> Datos de Subtel

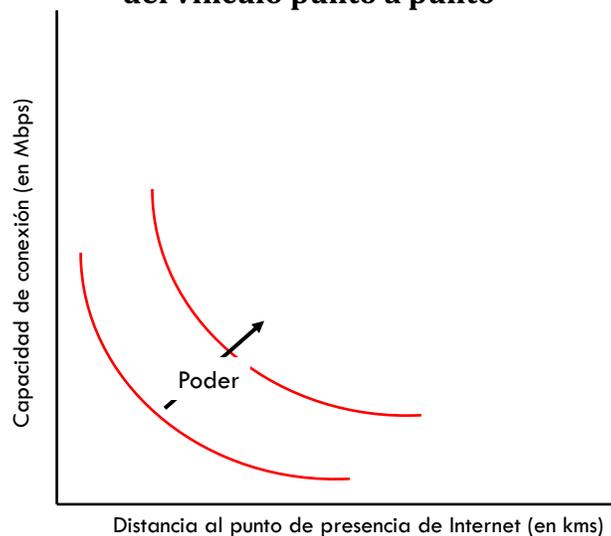
<sup>32</sup> GSMA Intelligence (2022).

<sup>33</sup> WISPA (2020). *Letter to the FCC Commissioners* (March 5).

El acceso a espectro libre en la banda de 6 GHz representa una contribución económica importante al modelo operativo de un WISP en cuatro aspectos:

- **Ampliación de capacidad de las redes de soporte de microondas lo que permite al WISP aumentar su cobertura:** el vínculo entre puntos de acceso de WISP es provisto generalmente por tecnología de microondas, la cual, bajo condiciones espectrales actuales, presentan congestión y probabilidad de interferencia. En la actualidad, la mayor parte de WISP depende de espectro no licenciado operando en las bandas de 2.4 y 5.0 GHz. Al trasladar vínculos de redes de soporte a la banda de 6 GHz sin limitación de poder, los WISP pueden extender su cobertura en áreas más remotas. Un beneficio significativo podría ser así, la posibilidad de reducir la brecha digital en zonas rurales. En la actualidad, la cobertura de 4G alcanza a 98% de la población chilena, dejando así 70,000 habitantes no servidos por la banda ancha móvil. Como es lógico, la distancia que podría extender la cobertura de WISP es función de la pérdida de poder de señal (*path loss*, en inglés) y tiene un impacto en la velocidad de banda ancha con la cual puede proveerse el servicio. Es así como, cuanto más elevado es el poder de la señal disponible, menor será la pérdida de calidad (ver gráfico conceptual 3-1).

**Gráfico 3-1. Impacto de la distancia al punto de presencia de Internet y la capacidad del vínculo punto a punto**



Nota: Esta relación asume una pérdida de poder en espacio libre sin obstrucciones físicas.

Fuente: Telecom Advisory Services

Al extender los vínculos punto a punto de la red de soporte como resultado de la disponibilidad de espectro en la banda de 6 GHz, diferentes WISP pueden operar en áreas comunes sin riesgo de interferencia, o sirviendo a comunidades específicas.

- **Aumento de la velocidad a los abonados actuales:** el beneficio para los abonados de WISP se incrementa a partir de la designación de la banda de 6 GHz para espectro

libre en la medida de que esta aumenta la capacidad del punto de acceso, con el consiguiente aumento de velocidad de descarga. Adicionalmente, el aumento de capacidad permite una mayor eficiencia en la compartición de líneas entre abonados, una característica importante en los usuarios de WISP, como se verá en el capítulo 4.

- **Aumento de cobertura por punto de acceso:** cuando depende de las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz el rango de cobertura geográfica de WISP oscila entre 3.5 kms. en áreas urbanas y 12 kms. en áreas rurales. Como es de esperar, el radio de cobertura es función de la frecuencia y el poder de la señal (cuanto más alta es la frecuencia más alta es la pérdida de “*path loss*”, con lo cual esta debe ser compensada por un aumento de poder de la señal). Para aumentar la cobertura bajo condiciones de poder estándar, un aumento de la misma podría alcanzarse mediante la consolidación de canales, una característica disponible en la banda de 6 GHz.
- **Más alta capacidad por punto de acceso:** en términos generales, un WISP tiene la capacidad de servir 50 abonados por canal de 20 MHz. El uso de la parte inferior de la banda de 6 GHz permitirá a estos operadores aumentar el número de abonados servidos por punto de acceso, particularmente en las áreas cercanas a la antena. El regulador británico Ofcom estima que la acumulación de espectro en las bandas de 2.4 GHz, 5.8 GHz y 6 GHz permitirá aumentar el número de usuarios por punto de acceso hasta por lo menos 200.

### ***Contribución al excedente del consumidor como resultado del aumento de la velocidad de banda ancha***

El excedente de consumidor es definido como el valor recibido por la adquisición de un bien pagando un precio inferior al valor atribuido. Inicialmente, Rosston et al. (2010) demostró que, adicionalmente a los beneficios que reciben los usuarios como resultado de la adopción de banda ancha (acceso rápido a grandes cantidades de información, aprendizaje a distancia, servicios de telemedicina, acceso a portales de entretenimiento, y el ahorro potencial por comercio electrónico), deben considerarse las preferencias de consumidores y beneficios recibidos por las características del servicio, incluyendo velocidad de acceso y confiabilidad.

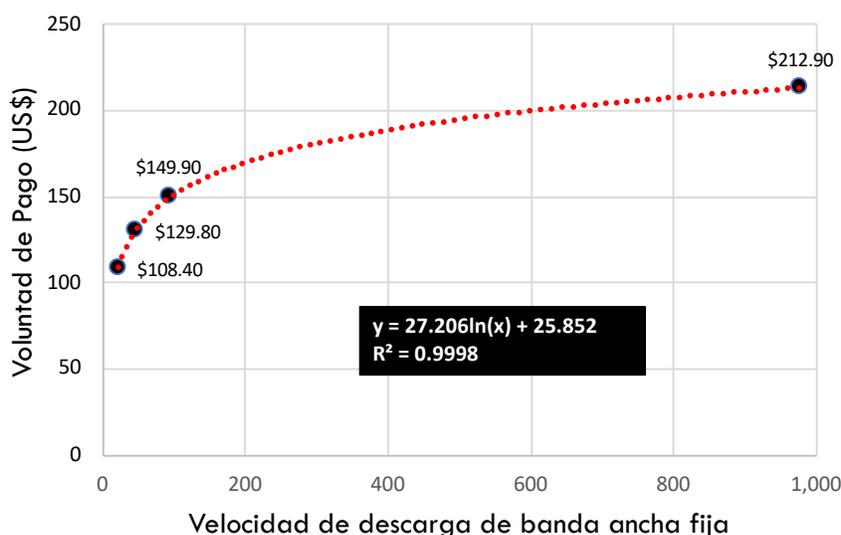
La mayor parte de los estudios de excedente del consumidor resultantes de una mayor velocidad de banda ancha están basados en investigaciones de campo, donde los usuarios estipulan cuánto estarían dispuestos a pagar por el servicio (Savage et al. (2004); Greenstein and McDewitt (2011); Liu et al. (2017)). De hecho, la totalidad de los estudios de excedente del consumidor se focalizan en el análisis de cuál es el comportamiento de usuarios en relación con diferentes precios del servicio en función de su consumo en el mercado estadounidense. Por ejemplo, Nevo et al. (2015) estudiaron el uso hora a hora de 55,000 usuarios de Internet en reacción a diferentes niveles de precio. Los autores concluyeron determinando que el excedente de consumidores es heterogéneo. Usuarios están dispuestos a pagar entre US\$ 0 y US\$ 5 por mes por aumento de 1 Mbps de velocidad, con un promedio de US\$ 2.<sup>34</sup> Adicionalmente, el estudio estableció que, dado el aumento en la disponibilidad

---

<sup>34</sup> La heterogeneidad en voluntad de pago también fue mencionada por Rosston et al. (2010).

de contenido y aplicaciones, los usuarios incrementan su volumen de uso, lo que implica mayor ahorro de tiempo y una más grande voluntad de pago por velocidad. Sin embargo, los resultados del estudio también pudieron establecer que el aumento de la voluntad de pago a más altas velocidades disminuye en una función cóncava, alcanzando aproximadamente US\$ 0.11 por Mbps. Esta conclusión también fue confirmada en un estudio reciente de Liu et al. (2017), quienes realizaron dos encuestas nacionales de usuarios de banda ancha para medir cambios en la voluntad de pago resultante de modificaciones en el precio, límites en la descarga de datos y velocidad. De manera coincidente, los autores determinaron que la voluntad de pago del servicio de banda ancha en función de la velocidad del servicio presenta una función cóncava, con menor valor asignado después de la velocidad de 100 Mbps (ver Gráfico 3-2).

**Gráfico 3-2. Función logarítmica de relación entre la velocidad de banda ancha y excedente del consumidor**



Nota: Basado en datos de tabla VII y tabla VI de Nevo et al., 2016

Fuentes: Nevo et al. (2016); análisis Telecom Advisory Services

Como se explica en el estudio de Nevo et al (2016), los usuarios estadounidenses están dispuestos a pagar alrededor de US\$ 2.34 por Mbps adicional (para un total de US\$14) por mes para aumentar la velocidad de banda ancha de 10 Mbps a 25 Mbps, y US\$ 0.02 por Mbps adicional (o US\$ 19) para aumentar de 100 Mbps a 1000 Mbps. Para adaptar la curva desarrollada en base a investigación de campo en Estados Unidos a Chile, aplicamos el factor de conversión de paridad de poder de compra publicado por el Banco Mundial, que al 2021 era de 0.57 para Chile. Este valor fue usado para modificar los resultados de la curva presentada arriba y proyectar el excedente del consumidor relacionado con el aumento de la velocidad de conexión a partir de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre.

### ***Aumento de cobertura por punto de acceso permitirá estabilizar precios reales de servicio y aumentar la asequibilidad***

La designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado permitirá a los WISP de Chile incrementar su base de abonados dentro de la misma área de cobertura.<sup>35</sup> Como se mencionó arriba, esta medida permitirá a los operadores aumentar el número de dispositivos y la velocidad del servicio entregado, lo que generará múltiples efectos positivos simultáneos. Por ejemplo, la designación temporal de espectro a los WISP de Estados Unidos por la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos para hacer frente a la emergencia del COVID-19 permitió a estos aumentar su base de abonados entre 20% y 30%.

Reconociendo que existen economías de escala en los servicios de telecomunicaciones, un aumento en la base de abonados permitirá a operadores reducir sus costos unitarios para la entrega de banda ancha. Considerando un escenario conservador asumido en nuestro estudio, los precios no cambiarían en un contexto de crecimiento económico (medido este en PIB per cápita). Como consecuencia, la asequibilidad del servicio de banda ancha ofrecido por los WISP se acrecentaría, facilitando el acceso a aquella población que indica que no puede adquirirlo debido a una barrera económica. En la Encuesta de Acceso y Usos de Internet desarrollada para Subtel en 2017, un 36% de quienes no contratan servicios de internet declararon razones de costo para no hacerlo. Por ende, al aumentar la asequibilidad, la penetración de banda ancha aumentaría.

### ***Alta capacidad por punto de acceso***

Como se menciona arriba, un efecto de segundo orden en la adopción de banda ancha ofrecida por WISP se debe al aumento de la capacidad de compartición de líneas como resultado del incremento de capacidad por punto de acceso. Este fenómeno es común entre la población de menores recursos. Según la Encuesta de Acceso y Usos de Internet desarrollada para Subtel en 2017, un 96.4% de los encuestados declaró usar internet en el hogar, mientras que solo un 87.4% declaró tener algún tipo de suscripción, de lo que se infiere que un 10.3% de quienes lo utilizan lo hacen a través de suscripciones compartidas. El aumento de asequibilidad combinado con el incremento de capacidad de compartición de líneas resultará en un aumento de las conexiones de banda ancha. De acuerdo con modelos desarrollados por los autores de este estudio para la Unión Internacional de Telecomunicaciones, un aumento del 10 por ciento en penetración de banda ancha fija en América Latina y el Caribe resulta en un crecimiento de 1.57 por ciento del PIB.<sup>36</sup>

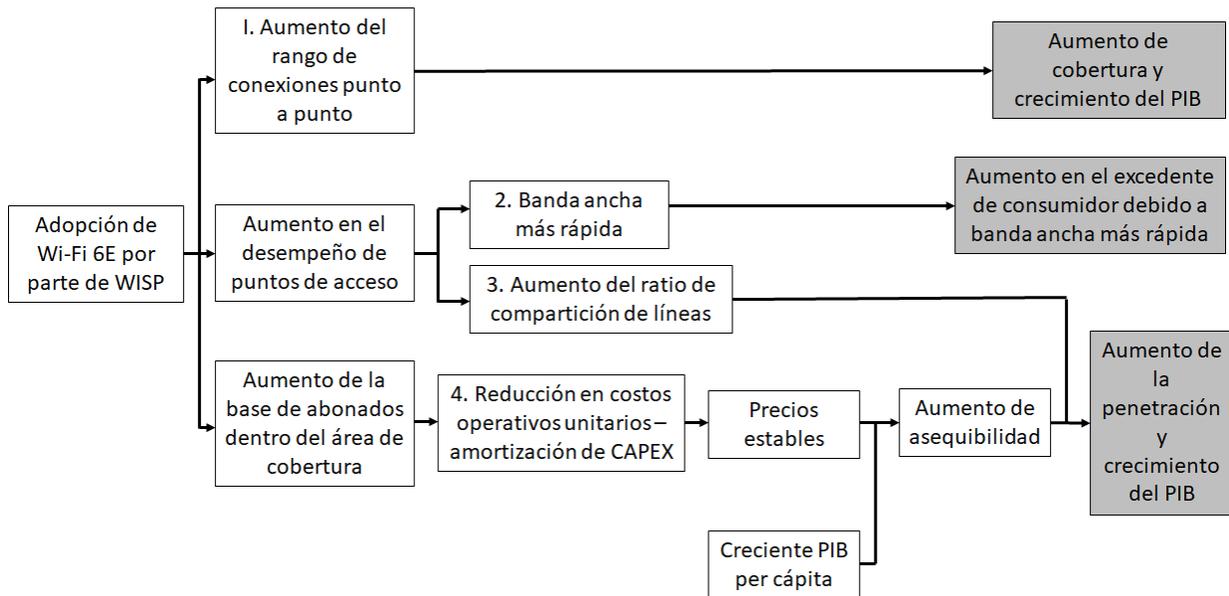
La combinación de todos estos efectos ejerce un impacto importante en el desempeño de los WISP y su consiguiente impacto socio-económico (ver figura 3-2).

---

<sup>35</sup> Basado en el supuesto de que las reglas técnicas para puntos de acceso de energía estándar operados por WISP en 6 GHz son similares a las reglas técnicas (por ejemplo, límite de potencia radiada, densidad espectral de potencia radiada, etc.) establecidas para el punto de acceso operado por WISP en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz.

<sup>36</sup> Katz, R. and Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation: Econometric modelling for the Americas*. Geneva: International Telecommunication Union, p. 10

**Figura 3-2. Impacto económico de la banda de 6 GHz en el desempeño de WISP**



Fuente: Telecom Advisory Services

En términos teóricos, el impacto económico de la designación de espectro de 6 GHz en los WISP es especificado de la siguiente manera:

$$\text{Efecto económico de la banda de 6 GHz en los WISP} = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$$

Donde,

- $a_1$  es el aumento de cobertura geográfica debido a la extensión y mejoramiento de las redes de soporte (impacto en PIB)
- $a_2$  Incremento del excedente de consumidor debido al incremento de la velocidad de acceso (impacto en el excedente del consumidor)
- $a_3$  Aumento de la cobertura por punto de acceso (impacto en el PIB)
- $a_4$  Incremento en la tasa de compartición por línea (impacto en el PIB)

### 3.2. Aumento de la velocidad de banda ancha como resultado de la disminución de congestión de Wi-Fi

El valor económico asociado con la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado reduce la congestión del enrutador de Wi-Fi, aumentando su capacidad, con un efecto neto de aceleramiento de la velocidad de banda ancha. Este efecto no se generaliza en todas las líneas fijas de banda ancha, sino tan solo en aquellas con alta capacidad, manifestándose en la velocidad recibida por cada dispositivo conectado a Internet. El aumento en velocidad de acceso a Internet se efectiviza con dos tipos de impacto económico: un crecimiento en el PIB (efecto conocido en la literatura como el “retorno a la velocidad”), y un aumento en el

excedente del consumidor. La cadena de causalidad transitiva puede ser desagregada en tres efectos:

- Al eliminar la congestión en el enrutador de Wi-Fi, la velocidad de acceso aumenta para cada dispositivo conectado;
- El aumento de la velocidad para aquellos abonados a líneas de banda ancha de alta velocidad contribuye al crecimiento del PIB;
- El incremento de la velocidad de banda ancha aumenta la voluntad de pago de usuarios de banda ancha de alta velocidad.

Cuando un usuario accede a Internet, la velocidad de acceso a dispositivos es una función del desempeño de la red fija y/o inalámbrica y la capacidad del enrutador. El resultado neto es diferente, dependiendo del plan de banda ancha. Por ejemplo, si un usuario adquiere una línea de banda ancha de 20 Mbps, el enrutador de Wi-Fi no se transforma en cuello de botella. Un enrutador de doble banda entrega velocidades pico de 1.2 Gbps en 2.4 GHz, 4.8 Gbps en una de las radios de 5 GHz, y 4.8 Gbps en la otra. De esta manera, basado en la designación de espectro libre en espectro de 2.4 GHz y 5 GHz, el desempeño del enrutador es estimado a 266.50 Mbps (basado en el supuesto de división del tráfico entre la banda de 2.4 GHz (a 173 Mbps) y la banda de 5 GHz (a 360 Mbps)). Esto no significa, sin embargo, que cada dispositivo reciba la velocidad teórica total.

A partir del uso de múltiples bandas y senderos espaciales (*spatial streams*, en inglés), los enrutadores en la actualidad tienen una capacidad en exceso de aquella que puede ser entregada a cada dispositivo. Por ejemplo, si bien un equipo de alta gama en la norma 802.11ax puede, teóricamente, acomodar un tráfico de 4.8 Gbps, cada dispositivo recibe 200 Mbps.<sup>37</sup> En este contexto, si el abonado a servicio de banda ancha fija adquiere un plan de 150 Mbps, el enrutador deviene un punto de congestión en la red, y la experiencia del usuario no será equivalente a la velocidad de la red fija.

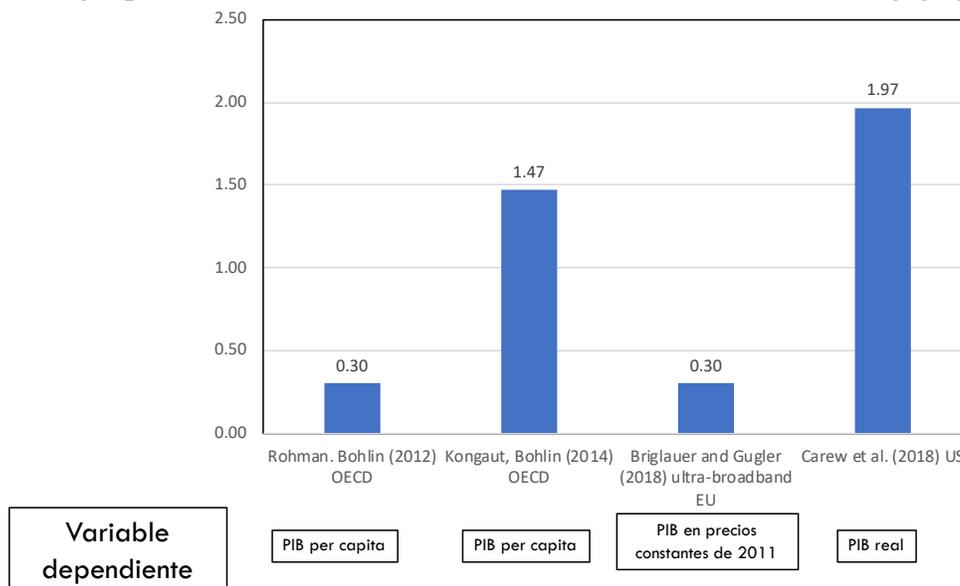
La investigación en la contribución de la velocidad de banda ancha ha generado un volumen importante de evidencia empírica, fundamentando que el acceso a internet a altas velocidades conlleva un impacto positivo en el producto bruto. Esta relación está basada en tres tipos de efectos. En primer lugar, la banda ancha de alta velocidad contribuye al mejoramiento de la productividad laboral como resultado de una mayor eficiencia en los procesos de negocio. Por ejemplo, el mercadeo de sobredimensionamiento de inventarios de productos (*overstock*, en inglés), o la optimización de cadenas de suministro son dos de los procesos que se benefician de la adopción de redes de banda ancha ultra-rápidas. Segundo, el servicio rápido de banda ancha influye positivamente en la tasa de desarrollo de nuevos productos y el lanzamiento de nuevos modelos de negocio. Tercero, el incremento de velocidad de banda ancha genera una serie de externalidades resultantes de la reestructuración de cadenas productivas (en otras palabras, redes con velocidades más

---

<sup>37</sup> Estimación proporcionada por Broadcom. Esto se refiere al rendimiento recibido por cada dispositivo de usuario (PC, tableta, etc.) dentro de las instalaciones del usuario.

rápidas permiten a empresas tercerizar operaciones sin riesgo de disrupción o descentralizar funciones hacia áreas geográficas con costos de insumo inferiores). La compilación de la evidencia de investigación generada hasta el momento generada por cuatro estudios econométricos<sup>38</sup> confirma la existencia de estos efectos (ver Gráfico 3-3).

**Gráfico 3-3. Estudios midiendo el impacto del PIB en la velocidad de banda ancha (impacto de 100% del aumento de la velocidad en el PIB) (%)**



Fuente: Compilación de Telecom Advisory Services

Como se observa en el Gráfico 3-3, si bien los cuatro estudios coinciden en establecer que la velocidad de banda ancha ejerce un impacto en el producto bruto, el rango del efecto varía; un aumento del 100% de la velocidad de banda ancha genera una contribución al producto bruto de entre 0.30% y 1.97%. Parte de la diferencia en las estimaciones es explicada por el uso de modelos diferentes. Por ejemplo, Carew et al (2018) no incluyen la adopción de banda ancha como variable independiente, lo que significa que el impacto de la velocidad en el PIB está sobre-dimensionada por la penetración de banda ancha. En otros casos, la diferencia entre estudios es explicada por el momento en el que los mismos fueron realizados. Por ejemplo, Kongaut, Bohlin (2014) se basaron en un panel de datos entre el 2008 y el 2012, mientras que las series históricas de Rohman, Bohlin (2013) culminan en el 2010, ambos momentos eran cuando la velocidad promedio de banda ancha registraba 8.3 Mbps, lo que determina un impacto más alto que en el estudio de Briglauer y Gugler (2018). Aun así, se observa que la evidencia de un efecto positivo de la velocidad de banda ancha en el crecimiento económico es consistente.

<sup>38</sup> Hemos seleccionado solo cuatro estudios para revisar, aunque la investigación ha arrojado muchos más (ver por ejemplo, Ford, G. (2018). *Is Faster Better? Quantifying the Relationship between Broadband Speed and Economic Growth*. Phoenix Center Policy Bulletin No. 44. Grimes, A., Ren, C., and Stevens, P. (2009). *The need for speed: Impacts of Internet Connectivity on Firm Productivity*. MOTU Working Paper 09-15. Mack-Smith, D. (2006). *Next Generation Broadband in Scotland*. Edinburgh: SQW Limited).

### 3.3. Despliegue acelerado del Internet de las Cosas

La relevancia económica del Internet de las Cosas (IoT, por las siglas en inglés) ya ha sido establecida en numerosos estudios. IDC estima que el mercado mundial de soluciones de IoT era de aproximadamente US\$ 1.7 trillones en 2021, mientras que para Chile en el mismo año se estimaba en US\$ 156.63 millones<sup>39</sup>. Más allá de la importancia atribuida por los gobiernos, numerosos actores del ecosistema de IoT han planteado que su impacto económico solo puede ser alcanzado si un número de barreras son superadas. Estas incluyen, entre otras, el rediseño de procesos de negocio, y el desarrollo de estándares y normas de interoperabilidad.<sup>40</sup> La disponibilidad de espectro radioeléctrico también representa uno de los obstáculos a superar. La designación de espectro en la banda de 6 GHz para el uso libre contribuirá a aumentar la disponibilidad de este recurso para acelerar el desarrollo de IoT.

El valor económico asociado con el mayor despliegue de IoT en Chile está determinado por dos fuentes: (i) el desarrollo de empresas chilenas dentro del ecosistema (proveedores de sensores y equipamiento, desarrollo de software e integradores de sistemas) que generan un margen sobre sus ventas, equivalente al excedente del productor, y (ii) el derrame (spillover) de IoT en la productividad del sistema económico, el cual está naturalmente concentrado en sectores de uso intensivo como la logística, la explotación de recursos naturales, y la salud.

En lo referente a la primera fuente de valor económico, es importante distinguir dentro del ecosistema a las firmas involucradas en la manufactura de equipamiento versus los desarrolladores de software y los proveedores de servicios en la medida de que la importancia de cada sub-sector en Chile varía y que los márgenes de cada uno tienden a ser distintos (ver cuadro 3-2).

**Cuadro 3-2. Ecosistema de Internet de las Cosas**

<b>Categorías</b>	<b>Componentes</b>	<b>Tipo de empresas</b>
Hardware	Sensores/ semiconductores	Fabricantes de sensores y componentes computarizados
	Dispositivos miniaturizados	Proveedores especializados de sensores de menor escala
	Conectividad	Fabricantes de equipamiento
Software	Apps	Software de conectividad
	Proveedores de servicios de la nube	Software provisto por operadores de servicios en la nube
	Proveedores de la plataforma	Nuevos sistemas operativos
	Carriers	Operadores de telecomunicaciones proveyendo soluciones basadas en la nube
Servicios	Integración de sistemas	Integración de dispositivos y componentes en una única plataforma
	Analíticos	Proveedores de almacenamiento de datos y herramientas analíticas
	Servicios de TI	Proveedores de plataforma
	Seguridad	Desarrolladores de protocolos de seguridad y tecnologías

Fuente: Telecom Advisory Services

En lo que se refiere a la segunda fuente de valor, los casos de uso asociados con el IoT (como el mantenimiento predictivo, la trazabilidad de activos físicos, la gestión de demanda en

<sup>39</sup> Estimación realizada sobre la base de datos de Frost y Sullivan para la región.

<sup>40</sup> CompTIA (2016). *Sizing up the Internet of Things*.

redes de distribución eléctrica inteligentes, y la coordinación del tráfico terrestre, entre otros) tienen un impacto en el crecimiento del producto bruto.

### **3.4. Reducción de costos de comunicaciones inalámbricas de empresas**

El aumento de la capacidad de canales de espectro permite un despliegue significativo de conectividad inalámbrica al interior de edificios de empresas, fábricas y oficinas. Esto permite a establecimientos productivos utilizar la infraestructura de Wi-Fi y generar una reducción en el gasto por el uso de comunicaciones celulares.

Cuando la banda de 6 GHz es autorizada para uso libre y se suma a las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz, el espectro combinado será capaz de proveer ocho canales de 160 MHz o tres de 320 MHz. El primer efecto asociado a este despliegue es la provisión de servicio de comunicaciones inalámbricas más rápido en interiores. Adicionalmente, los nuevos canales facilitarán el despliegue de nuevas aplicaciones y casos de uso con impacto en la productividad. Finalmente, el espectro adicional permitirá conectar un número mayor de dispositivos de diverso tipo. Por ejemplo, ciertas soluciones de Wi-Fi 6E pueden acomodar hasta 1,500 dispositivos, lo que las posiciona como una infraestructura ideal para aplicaciones de empresas.

### **3.5. Despliegue de soluciones de realidad aumentada y realidad virtual**

Las soluciones de realidad virtual (VR, por sus siglas en inglés) ya están siendo usadas en múltiples aplicaciones, tanto en la industria de juegos y entretenimiento, como en la capacitación de trabajadores, sobre todo en el sector de salud. Otras áreas de aplicación incluyen la educación y cultura, los deportes, la transmisión de eventos en vivo, la publicidad, la arquitectura y las artes. Por el otro lado, la realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) tiene un rango de aplicaciones ilimitado en sectores como el comercio, aplicaciones técnicas, procesos productivos, y educación. Las tecnologías de VR y AR sirven al mercado de consumidores individuales y a usuarios profesionales, tanto en el sector público como en el privado.

El mercado de soluciones de AR y VR se está desarrollando a ritmo acelerado, con efectos similares a los detallados para IoT arriba. La designación de la banda de 6 GHz para uso libre tendrá un impacto fundamental en el despliegue de aplicaciones y el crecimiento del ecosistema de empresas involucradas en el desarrollo de las mismas. La banda de 6 GHz, sobre todo para dispositivos de muy bajo poder, es un componente esencial de este desarrollo. Por ejemplo, la designación de la banda para uso no licenciado permite entregar hasta siete canales de 160 MHz o dos de 320 MHz, los cuales permiten aumentar exponencialmente la base de usuarios de aplicaciones o la introducción de soluciones que dependen de dispositivos de muy bajo poder.

El desarrollo y difusión de aplicaciones de AR/VR en el sector productivo está liderado por un ecosistema de empresas involucradas en el desarrollo de software y contenidos, así como los fabricantes de equipamiento. Los márgenes de estas empresas representan el excedente del productor.

Por otro lado, como en el caso de IoT, la adopción de soluciones de AR/VR por empresas chilenas conllevará un impacto en la productividad, contribuyendo de esta manera al crecimiento del PIB. El impacto se materializa en una mayor eficiencia en la capacitación, así como el aceleramiento en el diseño y desarrollo de nuevos productos. Por ejemplo, las empresas del sector automovilístico ya están incorporando VR en los procesos de desarrollo de productos para reducir el tiempo requerido entre diseño inicial y modelización física. De manera similar, los anteojos de AR permiten a empleados de almacenes proveer información de partes y repuestos a ingenieros y técnicos involucrados en tareas de reparación. Finalmente, las soluciones de AR/VR pueden ser usadas en la promoción y venta de productos en la distribución minorista.

### **3.6. Despliegue de Wi-Fi municipal**

El despliegue de sitios Wi-Fi para el acceso de ciudadanos operando en alcaldías y otras instituciones públicas representa una valiosa contribución a la población que carece de recursos para adquirir servicio de banda ancha. Los puntos Wi-Fi provistos por instituciones públicas han impulsado puntos de acceso a Wi-Fi para favorecer las posibilidades de conectividad de su población.

Los puntos de acceso público de Wi-Fi que dependen solamente de espectro en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz están sujetos a la congestión del servicio, así como a la falta de capacidad para servir a una gran base de usuarios. Es por ello que los sitios municipales de Wi-Fi son una aplicación que presenta una necesidad crítica de acceder a mayor espectro para satisfacer el crecimiento en el número de usuarios, así como para resolver problemas de interferencia de dispositivos operando en frecuencias adyacentes. Por ejemplo, la banda de 2.4 GHz tiende a ser usada también por un número de dispositivos operando en estándares como Bluetooth y Zigbee, los cuales crean una interferencia importante con el servicio de Wi-Fi.

El análisis del beneficio económico de la designación de la banda de 6 GHz para tales sitios está guiado por la posibilidad de aumentar la velocidad del acceso (con el consiguiente impacto en el excedente del consumidor), así como proveer acceso a Internet a un mayor porcentaje de población vulnerable que no puede adquirirlo en el mercado (impactando así el PIB).

### **3.7. Desarrollo de puntos de acceso de Wi-Fi gratuito**

Más allá de los sitios municipales de Wi-Fi, los sitios gratuitos representan una tecnología apropiada para acceder a Internet para usuarios individuales. En el 2023, Chile registraba al menos 205,000 sitios Wi-Fi gratuitos desplegados de la siguiente manera en las principales ciudades (ver Cuadro 3-3).

**Cuadro 3-3. Chile: Número de sitios gratuitos de Wi-Fi (2023)**

<b>Ciudad</b>	<b>Número</b>
Santiago	156,000

Viña del Mar	16,000
Puente Alto	12,000
Valparaiso	11,000
Antofagasta	7,000
Talcahuano	3,000
Total	205,000

Fuente: Wiman (2023).

El valor económico de la designación de la banda de 6 GHz en el caso de sitios gratuitos debe ser estimado de la misma manera que en el caso de los sitios de alcaldías. Es decir, los sitios gratuitos con acceso al espectro en la banda de 6 GHz serán capaces de aumentar la velocidad en el acceso (con la consecuente implicancia en términos de aumento del excedente del consumidor) y proveer acceso a la población que no cuenta con servicio de banda ancha.

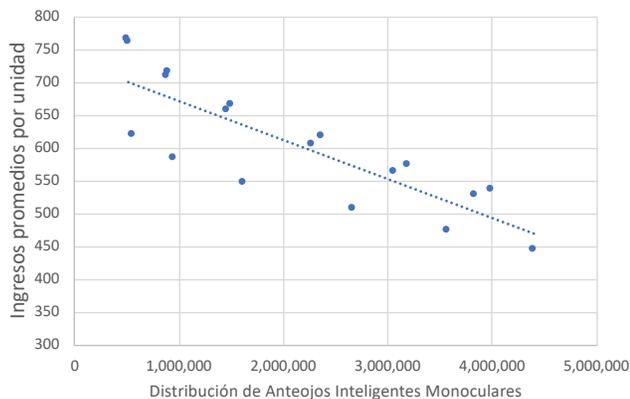
### 3.8. Alineamiento de la designación de espectro con el modelo de economías avanzadas

Al designar 1200 MHz en la banda de 6 GHz, Chile podrá no solo aliviar la presión resultante en las redes de Wi-Fi como resultado del crecimiento explosivo del tráfico en estas redes, sino que también estará tomando una decisión en lo referente al costo de insumos para las empresas del país y para la política industrial en el terreno tecnológico.

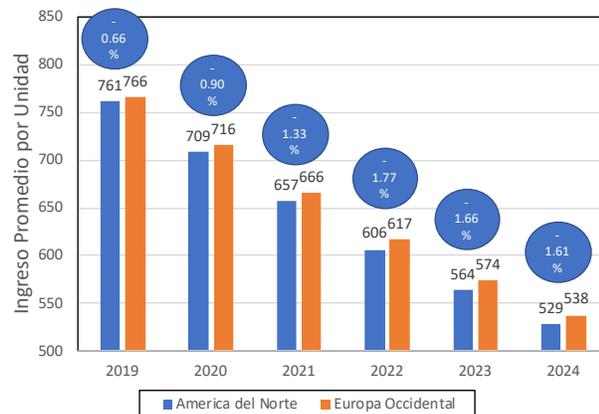
Una comparación del precio de venta unitario promedio de equipamiento de AR/VR indica que los Estados Unidos poseen una ventaja económica (precios más bajos) sobre el continente europeo. Esta ventaja está probablemente determinada por economías de escala, aunque no se debería excluir un posible impacto impositivo (ver gráfico 3-4).

**Gráfico 3-4. Ejemplo de Equipamiento AR/VR: Economía de la producción (\*)**

Mercados Regionales de Anteojos Monoculares



Precio Unitario de Anteojos Monoculares: EE.UU. versus Europa



(\*) Este cuadro presenta un ejemplo de precios de un segmento del mercado de equipamiento de AR/VR – anteojos inteligentes monoculares – con lo cual no presenta una evaluación del mercado en su conjunto.

Notas: 1) Cuadro en la izquierda presenta datos para América del Norte, Europa Occidental y Asia-Pacífico

2) El precio unitario del cuadro de la derecha ha sido calculado por *Telecom Advisory Services* dividiendo la proyección del mercado por el volumen de ventas (ambos datos provistos por *ABI Research*)

Fuentes: *ABI Research*; análisis *Telecom Advisory Services*

Como se indica en el gráfico de la izquierda, el precio de la producción de equipamiento de AR/VR (ejemplificado por los anteojos monoculares) está, como es de esperar, guiado por economías de escala. A mayor volumen distribuido en un mercado, menores los costos por unidad. Como resultado, el gráfico de la derecha presenta la ventaja en precios de América del Norte (altamente concentrada en los Estados Unidos). Consecuentemente, tendría sentido para Chile tomar una decisión en términos de la banda de 6 GHz que esté alineada con la decisión de Estados Unidos de acordar la totalidad de la banda para uso no licenciado. Esto permitirá a empresas chilenas beneficiarse de un menor costo para la adquisición de un insumo tecnológico en caso de que este sea importado.

El alineamiento con Estados Unidos en la decisión espectral en la banda de 6 GHz tendría un impacto adicional en términos de política industrial. El mercado chileno de equipamiento y servicios en los sectores impactados por la decisión de designación de espectro de 6 GHz – AR/VR, dispositivos Wi-Fi e IoT – es muy importante, sumando US\$ 1.96 mil millones en 2020 y previéndose que alcance US\$ 2.36 mil millones en 2025 (ver cuadro 3-4).

**Cuadro 3-4. Chile: Ventas en mercados impactados por la designación de espectro en la banda de 6 GHz (en mil millones US\$) (2023-25)**

Mercado	Categorías	2020	2025
Realidad aumentada/Realidad virtual	Hardware	\$ 0.04	\$ 0.11
	Software, aplicaciones y contenidos	\$ 0.21	\$ 0.45
	Subtotal	\$ 0.25	\$ 0.56
Internet de las Cosas	Hardware	\$ 0.11	\$ 0.19
	Software y servicios	\$ 0.14	\$ 0.24
	Subtotal	\$ 0.26	\$ 0.42
Dispositivos dependiendo de acceso a Wi-Fi	Subtotal	\$ 1.45	\$ 1.38
Total		\$ 1.96	\$ 2.36

*Nota: ABI Research provee una estimación del mercado de AR/VR hasta el 2024 para América Latina. La porción designada para Chile es calculada prorrateando el mercado latinoamericano proyectado por ABI Research por el PIB chileno como porcentaje del latinoamericano. La estimación para 2025 extrapola la tasa de crecimiento para 2024.*

*Fuentes: ABI Research; Frost & Sullivan; análisis Telecom Advisory Services*

Considerando estas condiciones atractivas de la demanda interna, la decisión a ser adoptada en términos de la designación de la banda de 6 GHz (es decir, designar 1200 MHz) podría ubicar a Chile en una posición para satisfacer tanto la demanda interna, beneficiándose de las economías de escala existentes en Estados Unidos y Corea, así como encarar la posibilidad de desarrollar una industria orientada a la exportación.

### 3.9. Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular

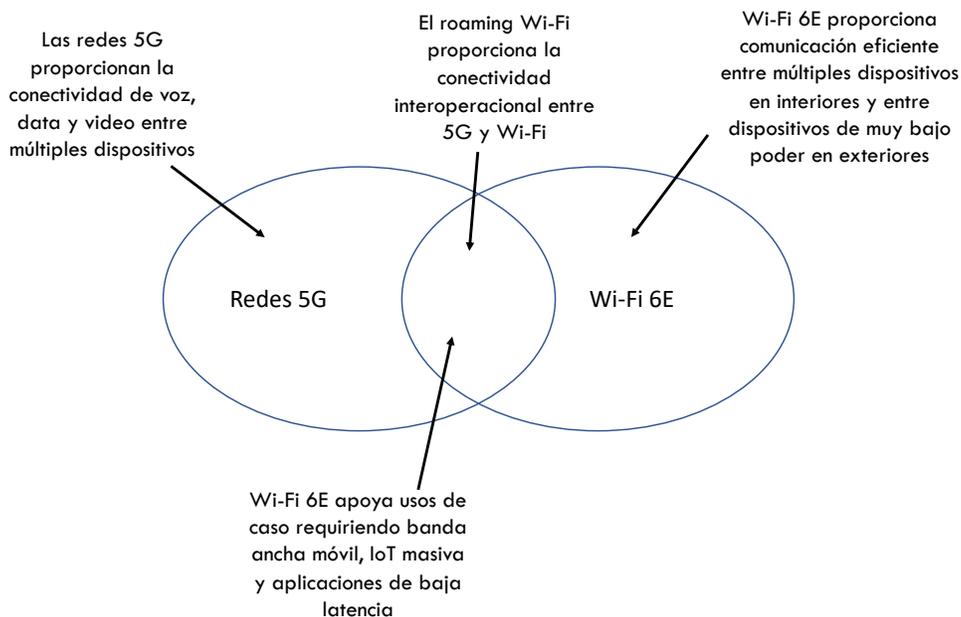
Esta fuente de valor económico, basada en la complementariedad entre Wi-Fi y las redes celulares fue inicialmente puntualizada por Milgrom et al. (2011) y Cooper (2012), y estimada en nuestros estudios anteriores (Katz, 2014a, 2014b, 2018a). Como fuera estipulado en nuestros análisis, el valor del enrutamiento a Wi-Fi del tráfico celular está

determinado por la reducción del tráfico en espectro licenciado para los operadores celulares, con lo cual se reduce tanto la inversión en equipamiento como la necesidad de adquirir más espectro (Bazelon, 2008). En este sentido, Wi-Fi se posiciona como una tecnología complementaria compensando las limitaciones de las redes celulares. Desde el punto de vista de la gestión de espectro, las bandas de espectro libre aumentan la eficacia y el poder de dispositivos que operan en las redes celulares. Por ejemplo, puntos de acceso Wi-Fi operando en bandas no licenciadas permiten a los dispositivos inalámbricos conectarse a estos sitios, reduciendo el costo de acceso a banda ancha y aumentando la velocidad de acceso a Internet.

Desde una perspectiva del operador de redes celulares, Wi-Fi permite reducir la inversión de capital y los costos operativos para acomodar el tráfico de datos. El cálculo del ahorro de los operadores celulares está basado en la premisa de que, bajo el escenario contrafactual de no existencia de bandas de espectro no licenciado, los operadores deberán desplegar infraestructura de radio bases adicionales. Así, el cálculo del valor económico está basado en la porción del capital de inversión (a los que se suma los gastos de operación y mantenimiento) que los operadores celulares pueden eliminar enrutando parte del tráfico a las redes Wi-Fi.

Si bien esta fuente de valor económico ya fue identificada y analizada en el caso de redes 3G y 4G, la complementariedad existe aún entre Wi-Fi 6E y redes 5G. Para comenzar, los dispositivos de acceso como smartphones y sensores de IoT estarán equipados con semiconductores en ambas tecnologías para permitir a usuarios optimizar el uso de infraestructura. Este es un factor crítico no sólo en términos de gestión del tráfico en entornos de alta densidad como complejos habitacionales u hospitales, sino también para conectarse a cámaras de seguridad, terminales de punto de venta, sensores ambientales, y otros dispositivos de IoT. La complementariedad también se presentará en hogares y empresas, aunque esto ya ha sido considerado en las generaciones tecnológicas precedentes. La complementariedad entre Wi-Fi 6E y las redes 5G es descrita conceptualmente en la figura 3-3.

**Figura 3-3. Complementariedad de Wi-Fi6 y 5G NR-U**



Fuente: Adaptado de Suarez, M. (2020). *Unlicensed spectrum access in the 6 GHz band. Presentación a ANATEL*

De acuerdo con este esquema, basada en la complementariedad entre la tecnología Wi-Fi 6E y las redes 5G, la porción de tráfico enrutado a los sitios de Wi-Fi se incrementará sustancialmente en el momento de migración de las redes celulares a 5G. Esto es así porque las aplicaciones de alto uso de capacidad son usadas típicamente en interiores como el hogar y empresas. Cisco ha proyectado que en el 2022 el 54% del tráfico móvil latinoamericano era enrutado a redes Wi-Fi.<sup>41</sup>

En consecuencia, el valor económico de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre estará guiado no solo por la habilidad de reducir la inversión en 5G mediante el enrutamiento de tráfico a Wi-Fi, sino también en la posibilidad de evitar el riesgo de congestión por el uso en interiores de aplicaciones de alto requerimiento de banda.

### 3.10. Producción y adopción de equipamiento de Wi-Fi

Esta fuente de valor se basa inicialmente en que los consumidores reciben un excedente económico al adquirir dispositivos Wi-Fi a un precio más bajo que su disposición a pagar por ellos. El valor se calcula a partir de los dispositivos que pueden ser adquiridos en la banda de 6 GHz. Los productos de este ecosistema incluyen una gama completa de productos electrónicos de consumo (ver cuadro 3-5).

<sup>41</sup> Esta proyección incluye el tráfico de dispositivos bimodales como smartphones, y el enrutamiento de tráfico móvil en puntos de acceso Wi-Fi. *Cisco 2017-2022 VNI Report*.

**Cuadro 3-5. Productos residenciales habilitados para Wi-Fi**

<b>Segmento de Mercado</b>	<b>Producto</b>
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Altavoces inalámbricos</li><li>• Sistemas de seguridad para el hogar</li><li>• Dispositivos domésticos</li><li>• Puntos de acceso</li><li>• Adaptadores externos</li><li>• Enrutadores</li><li>• Gateways</li></ul>

*Source: Telecom Advisory Services*

La ausencia de datos sobre la voluntad de pago por cada equipo hace que sea muy difícil estimar de manera confiable el excedente del consumidor. Para superar esa limitación, una posible aproximación es asumir que el excedente del consumidor sería igual al excedente del productor (ver Milgrom et al., 2011). Por lo tanto, calculamos el margen del productor en función de las ventas totales de equipos residenciales habilitados para Wi-Fi en la banda de 6 GHz y atribuimos ese valor al excedente del consumidor.<sup>42</sup>

En todos los casos, para diferenciar el valor correspondiente a la banda de 6 GHz, del valor que corresponde a las otras bandas de uso de Wi-Fi, seguiremos las previsiones proporcionadas por IDC sobre la evolución de las ventas de dispositivos de consumo 802.11ax para la banda de 6 GHz.

Al mismo tiempo que se considera un excedente del consumidor por el consumo de equipamiento Wi-Fi, por el otro lado también se genera un excedente del productor por la fabricación de estos. La metodología para ambos casos es la misma, pero al estimar el excedente del consumidor se consideran los bienes que se consumen localmente en Chile sin importar el origen, mientras que al medir el excedente del productor se miden los bienes fabricados en Chile, sin importar el país en el que se consume el bien.

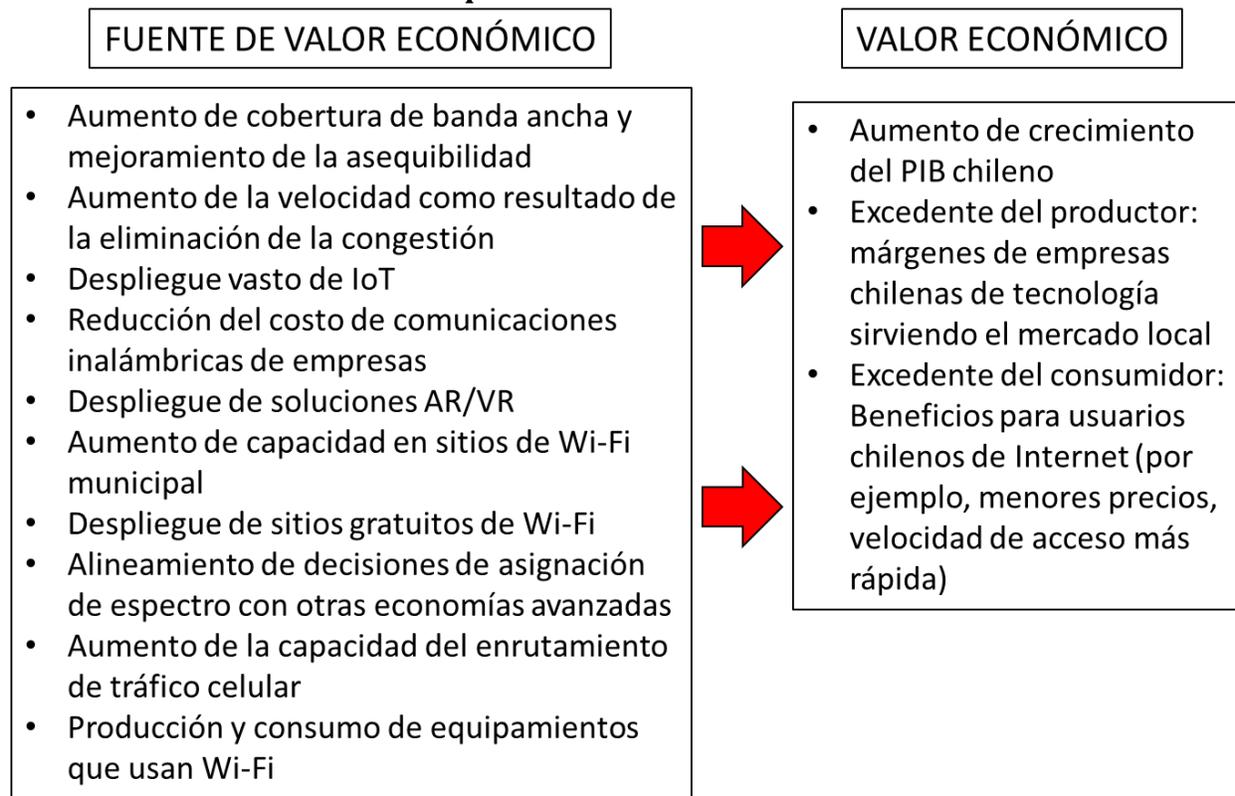
### **3.11. Combinación del valor económico**

Combinando todas las premisas detalladas en el curso del capítulo 3, el abordaje a ser seguido para estimar el valor económico que conlleva la designación de espectro en la banda de 6 GHz al uso no licenciado en Chile implicará la cuantificación de los efectos sintetizados en la figura 3-4.

---

<sup>42</sup> Para el excedente del consumidor consideramos todas las ventas de productos con Wi-Fi 6 en el país, sin importar el lugar de producción del equipamiento.

**Figura 3-4. Abordaje utilizado para estimar el valor económico de la designación de espectro de 6 GHz en Chile**



*Fuente: Telecom Advisory Services*

Un punto final para mencionar: consideramos que la combinación del excedente del productor y la contribución al PIB en el caso de la venta de equipamiento es correcta en la medida de que la contribución al PIB calculada en nuestros modelos está basada en series históricas a partir del aumento de velocidad de la banda ancha como resultado de Wi-Fi, y no a partir de la venta de equipamiento resultante de la designación de espectro de uso libre.

## **4. AUMENTO DE LA COBERTURA DE BANDA ANCHA Y MEJORAMIENTO DE LA ASEQUIBILIDAD**

Las estadísticas para Chile indican una penetración de banda ancha fija en 2022 de 82.38% de hogares (equivaliendo a 4,157,832 conexiones para 5,047,175 hogares).<sup>43</sup> Basado en el crecimiento histórico del número de abonados a banda ancha fija<sup>44</sup>, se espera que la penetración al 2031 alcance al 92.9% de los hogares chilenos. Esto implica que la brecha digital seguirá existiendo, especialmente dada la dificultad de atender las zonas rurales del país. Según la encuesta a Encuesta de Acceso y Usos de Internet preparada para Subtel en 2017, un 5.3% de los entrevistados declara no usar internet por no contar con cobertura del servicio en su zona. Esta brecha se encuentra principalmente en el medio rural. En este contexto, complementando a los operadores de telecomunicaciones de banda ancha fija y móvil, los ISP inalámbricos (WISP) pueden desempeñar un papel fundamental a la hora de abordar la brecha de oferta y demanda de banda ancha. La designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado contribuirá a que los WISP ayuden a reducir la brecha digital.

### **4.1. La situación actual en Chile**

El sector de operadores que proveen acceso inalámbrico a Internet en Chile está en pleno desarrollo. En base a datos de Subtel, se estimaban en 2022 un total de 116,177 conexiones fijas inalámbricas (excluyendo WiMAX). Para el caso específico de Wi-Fi, Subtel no ha identificado una cantidad específica, pero substrayendo de ese total a las conexiones satelitales, puede estimarse en torno a 95,000 la cantidad destinada a otras tecnologías inalámbricas (LTE o Wi-Fi). Es dable asumir que la mitad de esa cifra refiere a conexiones por Wi-Fi, aunque hay que considerar que es probable que existan muchas otras conexiones no contabilizadas en los registros oficiales, y que son de carácter no formal. De esta forma, es razonable asumir de forma conservadora un total de 50,000 suscripciones a WISP en Chile en la actualidad. Tal cantidad, sin embargo, es esperable que se incremente en la medida que la asignación de la banda de 6 GHz potencie el ecosistema de Wi-Fi. En particular, con la asignación de esta banda, proveedores de conectividad fija a través de tecnologías como LTE podrán comenzar a ofrecer conectividad a través de Wi-Fi, dado los aumentos en cobertura esperados y la reducción de costos debido al carácter no licenciado de ese espectro. Por lo tanto, partiendo de un estimado de 50,000 conexiones en 2022, asumimos que la asignación de la banda de 6 GHz permitirá un progresivo aumento de estas conexiones hasta alcanzar 60,971 en un período de 10 años.

Los WISP operan principalmente en zonas rurales, sirviendo a una población que, por lo general, no dispone de una oferta alternativa de banda ancha a través de redes fijas. Esto refuerza la importancia de estos operadores para cerrar la brecha digital en zonas rurales donde no existe otro tipo de oferta comercial de servicio de banda ancha.

---

<sup>43</sup> Datos de Subtel y de UIT

<sup>44</sup> Se asume una tasa de crecimiento positiva pero decreciente en el número de conexiones de banda ancha fija en base a lo observado en el período 2016-2019, llegando al 2030 con una tasa de crecimiento anual de conexiones del 2%.

Por otra parte, se puede estimar que en 2022 el ingreso promedio anual por abonado de estos operadores está en el orden de los US\$ 216 y que brindan el servicio con una velocidad promedio de 10 Mbps<sup>45</sup>, o sea equivalente al 4% de la velocidad promedio de las conexiones de banda ancha fija en el país. Esta brecha con respecto a la velocidad de banda ancha fija puede atribuirse en parte a la congestión del espectro que impide a estos operadores mejorar sus velocidades.

En base a esta información se ha realizado una proyección del crecimiento esperado de las conexiones WISP en caso de que se libere por completo la banda de 6 GHz y les permita ampliar su despliegue rural y así cerrar la brecha digital. Para esta estimación, se asume que los usuarios de WISP podrán crecer gracias al mayor despliegue facilitado por la banda de 6 GHz, tal y como es argumentado en el capítulo anterior (ver cuadro 4-1).

**Cuadro 4-1. Chile: Usuarios WISP (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Abonados WISP	52,010	54,101	55,189	56,298	57,430	58,584	59,369	60,165	60,971
Tasa de compartición del servicio	5,357	5,572	5,684	5,799	5,915	6,034	6,115	6,197	6,280
Total usuarios WISP	57,367	59,674	60,873	62,097	63,345	64,618	65,484	66,362	67,251

NOTA: La tasa de compartición reconoce que debido a los estratos sociales que adquieren acceso inalámbrico, es común compartir una línea entre más de un hogar.

Fuente: Análisis Telecom Advisory Services

#### **4.2. Aumento del excedente de consumidores de los abonados a ISP inalámbricos**

Como se indicó en la Figura 3-1 del capítulo 3, la designación de la banda de 6 GHz para uso libre tendrá un impacto en dos áreas de valor económico de los WISP: (i) el creciente excedente de los consumidores existentes como resultado de un servicio de banda ancha más rápido; (ii) una mejora en la asequibilidad y en la cobertura, lo que traerá una mayor penetración del servicio, impactando positivamente el PIB (al que debe sumarse el volumen representado por las ventas adicionales de estos operadores). A continuación, se presentan los detalles de cada impacto.

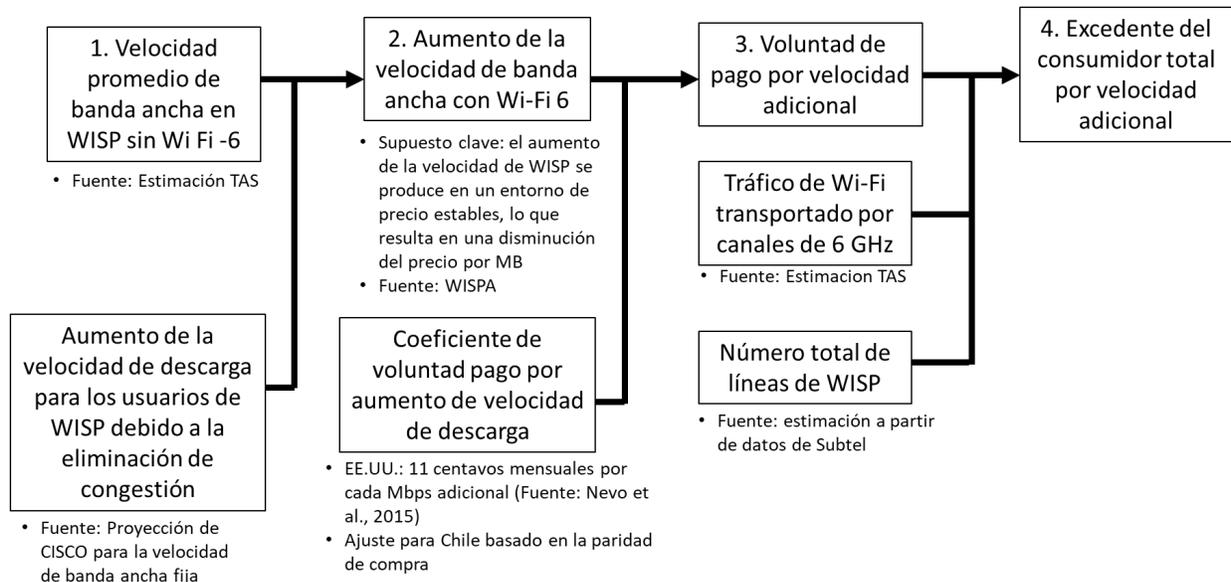
##### ***Aumento del excedente de consumidor debido al incremento de desempeño de puntos de acceso***

Cuando los WISP tengan la oportunidad de acceder al espectro en la banda de 6 GHz, el excedente del consumidor para sus suscriptores se generará mediante una mejora en la velocidad de la banda ancha, ya que con base en esta medida se elimina la congestión de los puntos de acceso Wi-Fi. En términos del análisis, la mayor velocidad de las líneas afectadas

<sup>45</sup> Se toma como referencia el precio y velocidad ofrecido por el plan simple de internet hogar inalámbrico de Entel

por la migración de tecnología se multiplica por la disposición a pagar por esta mayor velocidad (ver Figura 4-1).

**Figura 4-1. Metodología para estimar el excedente del consumidor como resultado del aumento de velocidad en las conexiones de WISP**



Fuente: Telecom Advisory Services

El punto de partida de esta estimación requiere calcular la diferencia en la velocidad de banda ancha entre la actual de las líneas de WISP y la resultante una vez que los WISP puedan acceder al espectro de 6 GHz. La multiplicación del aumento de velocidad por el coeficiente de voluntad de pago para la velocidad de banda ancha incremental (ajustado por la paridad de poder de compra de Chile) produce una mejora del excedente del consumidor por abonado. Finalmente, el incremento en la voluntad de pago es multiplicado por el número de líneas WISP (ver cuadro 4-2).

**Cuadro 4-2. Excedente del consumidor debido al aumento de la velocidad del usuario de WISP (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Velocidad promedio de los WISP con la banda de 6 GHz	10.00	11.60	13.45	15.60	18.10	20.99	24.35	28.24	32.75
(2) Velocidad promedio de los WISP sin la banda de 6 GHz	10.00	11.60	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45
(3) Demanda por la velocidad de descarga con la banda de 6 GHz (US\$)	\$ 49.50	\$ 51.40	\$ 53.27	\$ 55.12	\$ 56.94	\$ 58.73	\$ 60.49	\$ 62.23	\$ 63.94
(4) Demanda por la velocidad de descarga sin la banda de 6 GHz (US\$)	\$ 49.50	\$ 51.40	\$ 53.27	\$ 52.91	\$ 52.55	\$ 52.19	\$ 51.83	\$ 51.48	\$ 51.12
(5) Excedente del consumidor adicional mensual (US\$)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 2.21	\$ 4.39	\$ 6.54	\$ 8.66	\$ 10.75	\$ 12.82

		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(6) Excedente del consumidor adicional anual (US\$)		\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 26.53	\$ 52.70	\$ 78.50	\$ 103.95	\$ 129.05	\$ 153.81
Asignación completa de banda de 6 GHz	(7) Conexiones WISP	56,948	55,963	59,061	60,850	63,483	67,337	69,015	70,739	72,508
	(8) Tráfico por la banda de 6 GHz	20%	30%	40%	50%	60%	65%	70%	75%	80%
	(9) Impacto (US\$ millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.81	\$ 2.01	\$ 3.44	\$ 5.02	\$ 6.85	\$ 8.92
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(10) Conexiones WISP	56,924	55,889	58,936	60,661	63,216	67,002	68,621	70,281	71,981
	(11) Tráfico por la banda de 6 GHz	20%	30%	40%	50%	60%	65%	70%	75%	80%
	(12) Impacto (US\$ millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.80	\$ 2.00	\$ 3.42	\$ 4.99	\$ 6.80	\$ 8.86

Fuente: análisis Telecom Advisory Services.

El impacto total acumulado del excedente del consumidor entre 2023-2031 resultante del aumento de la velocidad de banda ancha al reducir la congestión de Wi-Fi para los usuarios de WISP asciende a US\$ 27.04 millones en el escenario de asignación de banda completa, y a US\$ 26.88 en el caso de asignación parcial. La diferencia entre uno u otro escenario se explica debido a que se estima una cantidad algo inferior de conexiones WISP en el caso de asignación parcial.

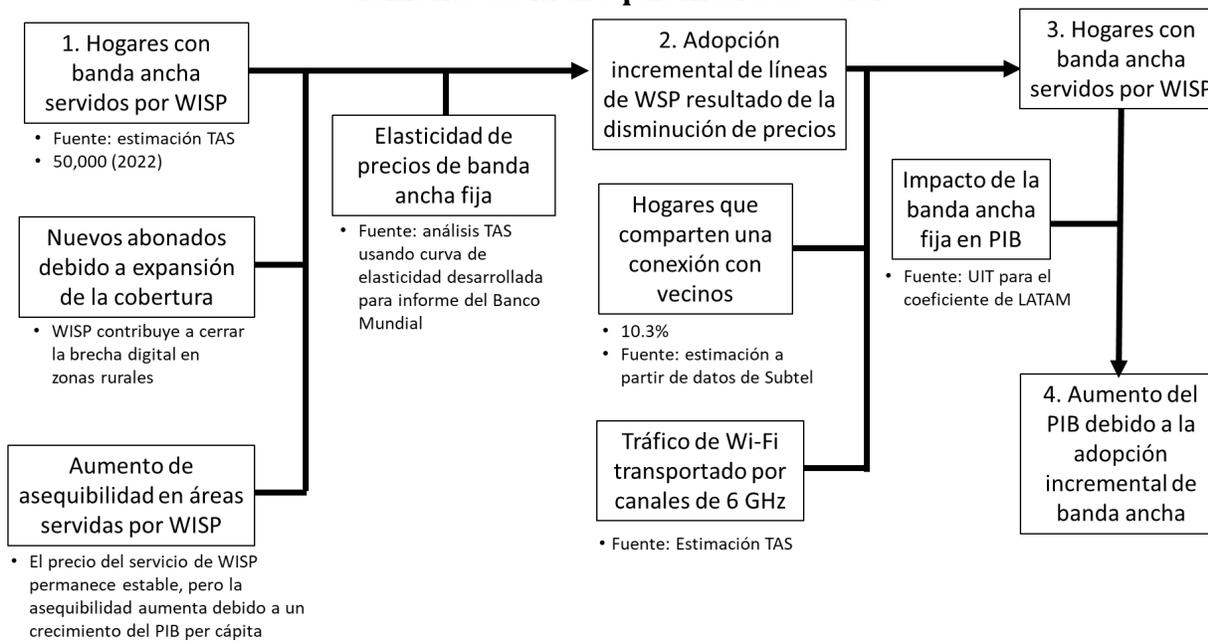
#### 4.3. Impacto en PIB del aumento de la asequibilidad y penetración de banda ancha de abonados de ISP inalámbricos

El objetivo en este caso es estimar el impacto en el PIB del cambio en la asequibilidad de la banda ancha y la mayor cobertura, y la consiguiente mayor penetración de la banda ancha dentro del universo de los abonados de WISP. Para comenzar, la designación de 6 GHz al uso no licenciado mejorará el número de hogares que reciben servicio por punto de acceso WISP. En teoría, dadas las economías de escala convencionales en telecomunicaciones, el costo unitario para atender a un mayor número de abonados desde un solo punto reduciría el costo operativo por línea. Adicionalmente, esta reducción podría ser parcialmente neutralizada por la amortización de capital de inversión para migrar el equipamiento electrónico al nuevo estándar<sup>46</sup>. Con fines conservadores, asumimos que los precios del servicio de banda ancha de los WISP chilenos no cambiarían respecto de los niveles actuales. Sin embargo, considerando que el PIB per cápita aumentará en el futuro (según el pronóstico del FMI), la asequibilidad general del servicio a precios reales será mayor. Esto permitirá a los consumidores que han argumentado que los precios representaban una barrera para la adopción, adquirir un servicio de banda ancha. Por otra parte, el mayor rendimiento de Wi-Fi 6 permitirá un aumento de la cobertura del servicio, lo que genera, as su vez, un mayor

<sup>46</sup> Como nota al margen, la experiencia de los WISP de los Estados Unidos indica que, si el espectro designado es adyacente a las bandas de 5 GHz originalmente utilizadas, el equipo SDR existente se puede convertir para su uso en la nueva banda y se puede ajustar para trabajar en al menos la banda inferior de 6 GHz. Por supuesto, el uso del equipo actual puede estar sujeto a estándares y protocolos, así como a un AFC que puede no ser posible con el espectro de 6 GHz. Su designación "internacional" también puede afectar la disponibilidad de uso.

número de líneas que debería sumarse a los nuevos adoptantes. Una mayor penetración de la banda ancha tendrá, a su vez, un impacto en el PIB chileno. La Figura 4-2 presenta la metodología seguida para desarrollar esta estimación.

**Figura 4-2. Metodología para estimar el impacto en el PIB como resultado del aumento de la asequibilidad de WISP**



Fuente: Telecom Advisory Services

El punto de partida en esta estimación es el incremento en el número de subscriptores WISP por un aumento de la cobertura y expansión del servicio en caso de asignación completa de la banda de 6 GHz, que, de acuerdo con el crecimiento estimado, alcanzará a 1,755 nuevos abonados al 2031 (principalmente en zonas rurales)<sup>47</sup>.

Al mismo tiempo, asumiendo precios estables y una mejora en el PIB de Chile en el orden del 0.92% anual proyectada por el FMI, se obtiene una mejora en la asequibilidad del servicio, afectando principalmente zonas urbanas y suburbanas. Esta situación aumentará la base de nuevos abonados en 8,868 al 2030, los que una vez multiplicados por la tasa de compartición del servicio (10.3%), alcanzan a 9,782 nuevos subscriptores WISP. Sumando todos los impactos mencionados, se obtiene que, como consecuencia de la designación de la banda de 6 GHz completa para uso libre en Chile, los WISP podrán adicionar 11,537 nuevos hogares conectados al 2031, lo cual contribuirá parcialmente a cerrar la brecha digital chilena. En caso de asignación parcial, los incrementos por mayor cobertura serían algo menores (1,229 en lugar de 1,755), resultando en un incremento de hogares conectados de 11,011 (ver cuadro 4-3).

<sup>47</sup> Dado que estos nuevos subscriptores se encuentran principalmente en zonas rurales, se asume de modo conservador que los mismos no comparten el servicio con sus vecinos.

**Cuadro 4-3. Chile: Nuevos suscriptores por aumento de cobertura y mayor asequibilidad (2023-2031)**

		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Asignación completa de banda de 6 GHz	(1) Aumento de suscriptores por mayor cobertura – considerando gradual incremento en el uso de la banda 6 GHz	80	246	415	630	892	1,116	1,312	1,525	1,755
	(2) Crecimiento del PIB	10.75%	2.29%	3.60%	3.21%	3.45%	4.62%	4.62%	4.62%	4.62%
	(3) Incremento de suscriptores por mejora en asequibilidad	4,404	1,465	3,134	3,556	4,680	6,923	7,556	8,204	8,868
	(4) Tasa de compartición	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%
	(5) Incremento de suscriptores por mejora en asequibilidad considerando compartición	4,858	1,616	3,457	3,923	5,162	7,636	8,334	9,049	9,782
	<b>(6) Total nuevos suscriptores</b>	<b>4,938</b>	<b>1,862</b>	<b>3,872</b>	<b>4,552</b>	<b>6,053</b>	<b>8,752</b>	<b>9,646</b>	<b>10,574</b>	<b>11,537</b>
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(7) Aumento de suscriptores por mayor cobertura – considerando gradual incremento en el uso de la banda 6 GHz	56	172	291	441	624	781	918	1,067	1,229
	(8) Crecimiento del PIB	10.75%	2.29%	3.60%	3.21%	3.45%	4.62%	4.62%	4.62%	4.62%
	(9) Incremento de suscriptores por mejora en asequibilidad	4,404	1,465	3,134	3,556	4,680	6,923	7,556	8,204	8,868
	(10) Tasa de compartición	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%	10.3%
	(11) Incremento de suscriptores por mejora en asequibilidad considerando compartición	4,858	1,616	3,457	3,923	5,162	7,636	8,334	9,049	9,782
	<b>(12) Total nuevos suscriptores</b>	<b>4,914</b>	<b>1,788</b>	<b>3,747</b>	<b>4,363</b>	<b>5,786</b>	<b>8,418</b>	<b>9,252</b>	<b>10,116</b>	<b>11,011</b>

Fuente: análisis Telecom Advisory Services.

La acumulación de ambos efectos impulsa un aumento en la penetración de la banda ancha debido exclusivamente al efecto de 6 GHz en los WISP chilenos, alcanzando 0.20% en el 2031 (0.19% en caso de asignación parcial). Basado en el coeficiente de impacto de la banda ancha fija sobre el PIB calculado por los autores en una investigación para la Unión Internacional de Telecomunicaciones<sup>48</sup>, se estima el impacto total en el PIB (ver cuadro 4-4).

**Cuadro 4-4. Chile: Contribución al PIB de nuevas líneas de WISP**

		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Asignación completa de banda de 6 GHz	(1) Aumento en la penetración de banda ancha	0.10%	0.04%	0.08%	0.09%	0.11%	0.16%	0.18%	0.19%	0.20%
	(2) Impacto de la banda ancha fija en el PIB	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%
	(3) Incremento en el PIB por el incremento de la banda ancha (%)	0.016%	0.006%	0.012%	0.014%	0.018%	0.025%	0.028%	0.030%	0.032%
	<b>(4) Impacto en el PIB (US\$ millones)</b>	<b>\$56.09</b>	<b>\$20.98</b>	<b>\$44.73</b>	<b>\$53.70</b>	<b>\$73.07</b>	<b>\$109.35</b>	<b>\$125.56</b>	<b>\$143.40</b>	<b>\$163.01</b>
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(5) Aumento en la penetración de banda ancha	0.10%	0.04%	0.07%	0.08%	0.11%	0.16%	0.17%	0.18%	0.19%
	(6) Impacto de la banda ancha fija en el PIB	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%

<sup>48</sup> Katz, R. and Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation: Econometric modelling for the Americas*. Geneva: International Telecommunication Union, p. 10

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(7) Incremento en el PIB por el incremento de la banda ancha (%)	0.016%	0.006%	0.012%	0.013%	0.017%	0.024%	0.026%	0.029%	0.031%
(8) Impacto en el PIB (US\$ millones)	\$56	\$20.15	\$43.29	\$51.47	\$69.84	\$105.17	\$120.44	\$137.20	\$155.57

Fuente: análisis Telecom Advisory

En resumen, el impacto total acumulado en el PIB como resultado de la mayor penetración de los WISP entre el 2023 y el 2031 en Chile es de US\$ 790 millones en caso de asignación completa de la banda 6 GHz, y de US\$ 759 millones en caso de asignación parcial.

#### 4.4. Ingresos adicionales de los WISP chilenos

Otra fuente de incremento al PIB chileno se produce debido a los ingresos adicionales de los WISP como resultado de las nuevas líneas desplegadas por el acceso al espectro de 6 GHz. En particular, estos ingresos adicionales surgen de multiplicar el incremento en el número de suscriptores (Cuadro 4-3) por el ingreso anual promedio por abonado de los WISP que se asume que continúa estable en los niveles actuales (ver cuadro 4-5).

**Cuadro 4-5. Chile: Contribución al PIB de nuevas líneas de WISP**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(1) Total nuevos suscriptores	4,938	1,862	3,872	4,552	6,053	8,752	9,646	10,574	11,537
	(2) Ingreso anual promedio de los WISP	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216
	(3) Ingresos adicionales (US\$ millones)	\$1.07	\$0.40	\$0.84	\$0.98	\$1.31	\$1.89	\$2.08	\$2.28	\$2.49
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(4) Total nuevos suscriptores	4,914	1,788	3,747	4,363	5,786	8,418	9,252	10,116	11,011
	(5) Ingreso anual promedio de los WISP	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216
	(6) Ingresos adicionales (US\$ millones)	\$1.06	\$0.39	\$0.81	\$0.94	\$1.25	\$1.82	\$2.00	\$2.19	\$2.38

Fuente: análisis Telecom Advisory.

En resumen, el impacto total acumulado en el PIB como resultado del aumento en el ingreso de los WISP entre el 2023 y el 2031 en Chile es de US\$ 13.4 millones en caso de asignación completa de la banda de 6 GHz, y de US\$ 12.8 millones en caso de asignación parcial.

## 5. AUMENTO DE LA VELOCIDAD DE BANDA ANCHA COMO CONSECUENCIA DE LA DISMINUCIÓN DE LA CONGESTIÓN DE WI-FI

Como en el caso de los WISP, el aumento en la velocidad promedio resultante de la designación de espectro libre para la banda de 6 GHz genera valor para todos los hogares chilenos que tienen una conexión Wi-Fi de alta velocidad, resultando en una contribución al PIB y un aumento del excedente del consumidor.

### 5.1. Velocidad actual de banda ancha en Chile y el peso de la congestión de Wi-Fi

Según datos de Subtel, a septiembre de 2022 el 84.78% de los hogares conectados contaba con velocidades superiores a los 100 Mbps, mientras que el 0.13% contaba con velocidades superiores a 1 Gbps. De estas cifras, podemos aproximar como valor intermedio que 25% de los hogares conectados contaba con velocidades superiores a los 150 Mbps. Proyectando un crecimiento gradual, se proyecta que un 88% de las conexiones a internet fijo sean de velocidades mayores a 150 Mbps en 2031. Este aumento en líneas de alta velocidad también es consistente con los planes ofertados por los proveedores de banda ancha fija del país (ver cuadro 5-1).

**Cuadro 5-1. Chile: Planes de banda ancha fija con velocidades mayores a 150 Mbps (ejemplos)**

Operador	Características	Plan1	Plan 2	Plan 3
Claro	Velocidad de descarga	400 Mbps	500 Mbps	1 Gbps
	Precio mensual (pesos chilenos)	17,990	24,990	33,990
Movistar	Velocidad de descarga	400 Mbps	600 Mbps	960 Mbps
	Precio mensual (pesos chilenos)	20,990	24,990	36,990
Entel	Velocidad de descarga	500 Mbps	800 Mbps	1 Gbps
	Precio mensual (pesos chilenos)	21,990	25,990	36,990

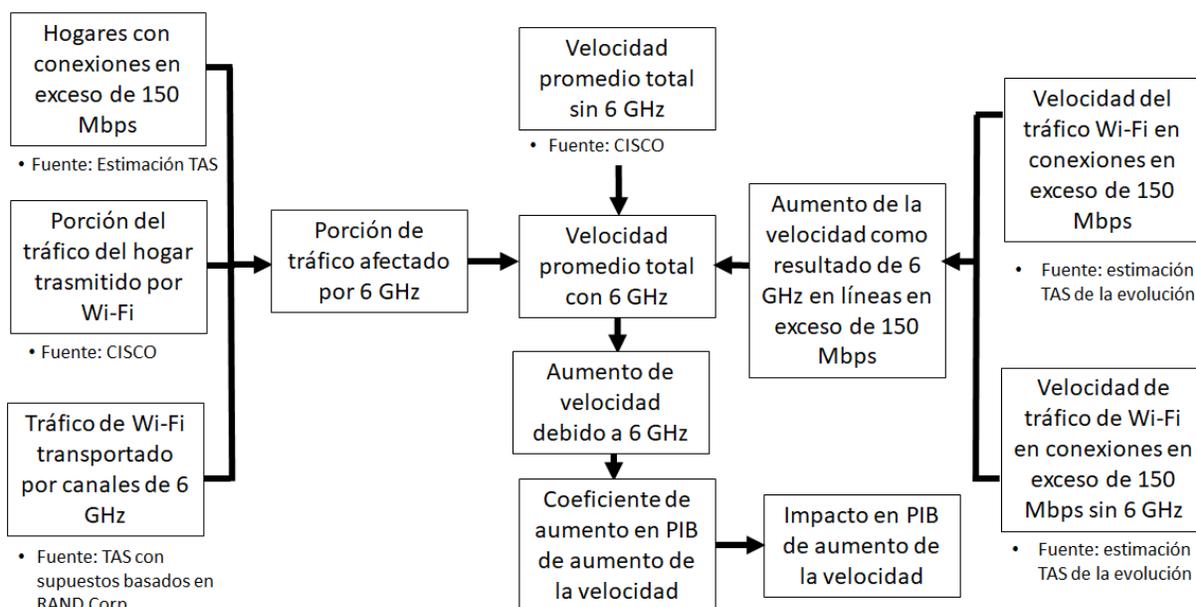
Fuente: Sitios web de los operadores. Se excluyen promociones.

Como se explica en el capítulo 3, si un hogar adquiere una línea de banda ancha fija de 150 Mbps, el enrutador se convierte en un cuello de botella y la velocidad experimentada a nivel del dispositivo del usuario será muy inferior a la que ofrece la red fija. Si bien, dada la revisión de estadísticas anterior, la cantidad de líneas que experimentan un posible cuello de botella a nivel de enrutador en Chile es baja, una proyección para los próximos cinco años indica que para 2025 ya serán más de la mitad de los hogares conectados los que se encuentren en esta situación. En otras palabras, dado el aumento en la velocidad de descarga de las líneas de banda ancha fija, si el rendimiento de Wi-Fi no se mejora abriendo espectro adicional, el equipo en las instalaciones del usuario se convierte en un cuello de botella de la red y la velocidad experimentada en el dispositivo no será equivalente a la entregada por redes fijas. Por el contrario, al aumentar el espectro en los 6 GHz designados para Wi-Fi, la velocidad aumentará con el consiguiente efecto económico.

## 5.2. Contribución al PIB como resultado de la reducción de la congestión de Wi-Fi

El objetivo en este caso es estimar el impacto en el PIB de cambios futuros en la velocidad de banda ancha para aquellos hogares que experimentan un cuello de botella en el enrutador de Wi-Fi (nos referimos a hogares que adquieren un plan de banda ancha en exceso de 150 Mbps). Como se explicó en el capítulo 3, a pesar de que esta es la velocidad que llega al hogar, los usuarios dentro del mismo experimentan una degradación en el desempeño del servicio como consecuencia de la limitación en espectro utilizado por el enrutador. La figura 5-1 presenta la metodología seguida para desarrollar la estimación.

**Figura 5-1. Metodología de estimación de impacto en el PIB como resultado de la eliminación de la congestión de Wi-Fi**



Fuente: Telecom Advisory Services

El punto de partida es estimar el número de hogares en Chile que poseen en la actualidad una conexión en exceso de 150 Mbps que están experimentando una congestión en el enrutador de Wi-Fi que depende exclusivamente de espectro en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz. Basado en el uso de ambas bandas, un enrutador bi-banda entrega una velocidad promedio de 266.50 Mbps, calculada a partir de una compartición similar entre tráfico en 2.4 GHz (a 173 Mbps) y 5 GHz (a 360 Mbps)<sup>49</sup>. La designación de espectro libre para la banda de 6 GHz aumenta la capacidad promedio del enrutador, reduciendo la congestión, con lo cual se incrementa la velocidad de banda ancha registrada en el dispositivo del usuario<sup>50</sup>.

<sup>49</sup>Ver estudio de RAND, table 5.2, p. 22, Scenario 1.

<sup>50</sup> Una aclaración importante por hacer es que, si bien este análisis es hecho para la capacidad total de un enrutador, la variable fundamental a monitorear es la velocidad recibida por el usuario único, la cual es inferior a 468 Mbps. A partir del uso de múltiples bandas y senderos espaciales (*spatial streams*), los enrutadores en la actualidad tienen una capacidad de entrega de velocidades en exceso de la velocidad que entregan a cada dispositivo. Por ejemplo, un enrutador de alta gama 802.11ax puede, teóricamente, entregar velocidades de

Este cálculo asume que 20% del tráfico será enrutado por canales de la banda de 6 GHz en 2023, alcanzando 80% en 2031.

Por otra parte, corresponde restar al tráfico que transita por estas conexiones la porción del mismo que es transmitido por cableado de ethernet. De esta manera, el porcentaje transmitido por Wi-Fi comienza en 69.9% en el 2023 y termina en 65.6% en el 2031 (ver cuadro 5-2).

**Cuadro 5-2. Chile: Estimación de conexiones de banda ancha fija afectadas por la decisión de 6 GHz (2021-2030)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Hogares que tienen conexiones en exceso de 150 Mbps (%)	33.05%	41.64%	50.37%	59.23%	68.23%	77.38%	82.32%	87.35%	88.04%
(2) Porción del tráfico del hogar que va en las redes de Wi Fi (%)	69.89%	69.38%	68.85%	68.32%	67.79%	67.25%	66.71%	66.17%	65.61%
(3) Tráfico transportado por el canal de 6 GHz (%)	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	65.00%	70.00%	75.00%	80.00%
(4) Porción del tráfico afectado por la banda de 6 GHz (%)	4.62%	8.67%	13.87%	20.24%	27.75%	33.82%	38.44%	43.35%	46.22%

Fuentes: Subtel; Cisco Virtual Networking Index. Análisis Telecom Advisory Services

Esta designación tendrá un impacto en la velocidad de Wi-Fi, aumentando en 350 Mbps en caso de asignación parcial de la banda 6 GHz, mientras que en caso de asignación completa el incremento será mayor, alcanzando 1787 Mbps en el 2031 (ver cuadro 5-3).

**Cuadro 5-3. Chile: Estimación de conexiones de banda ancha fija afectada por la decisión de 6 GHz decisión**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(5) Velocidad de tráfico Wi-Fi en conexiones de más de 150 Mbps (sin 6 GHz) (Mbps)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(6) Velocidad de tráfico Wi-Fi en conexiones de más de 150 Mbps (con 6 GHz) (Mbps)	521	614	723	852	1004	1184	1395	1644	1937
	(7) Aumento de velocidad debido a 6 GHz (Mbps)	371	464	573	702	854	1034	1245	1494	1787
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(8) Velocidad de tráfico Wi-Fi en conexiones de más de 150 Mbps (con 6 GHz) (Mbps)	500	500	500	500	500	500	500	500	500
	(9) Aumento de velocidad debido a 6 GHz (Mbps)	350	350	350	350	350	350	350	350	350

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Habiendo eliminado el cuello de botella, la proyección de la velocidad media de banda ancha fija en el hogar crece sin obstáculos. Esto resulta en un aumento del 14.7% en el 2023, alcanzando a 2031 un 132.8% en caso de asignación completa de la banda 6 GHz, mientras

hasta 4.8 Gbps. Al incorporar 1,200 MHz en la banda de 6 GHz se aumenta la velocidad entregada a cada dispositivo; la misma puede ser más alta que la capacidad total del enrutador.

que en caso de asignación parcial habría aumentos de velocidad iniciales, aunque mucho más moderados, ante los cuellos de botella formados.

**Cuadro 5-4. Chile: Aumento de velocidad de banda ancha resultado de la designación de 6 GHz para uso no licenciado**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(10) Velocidad promedio sin 6 GHz (Mbps)	124.52	151.60	184.62	224.89	274.01	333.97	407.15	496.52	500.00	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(11) Velocidad promedio con 6 GHz (Mbps)	143	192	259	352	477	621	787	994	1164
	(12) Aumento de velocidad	14.70%	26.42%	40.47%	56.46%	73.98%	86.06%	93.26%	100.15%	132.83%
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(13) Velocidad promedio con 6 GHz (Mbps)	142	182	228	281	337	390	443	498	500
	(14) Aumento de velocidad	13.93%	19.92%	23.70%	24.76%	22.89%	16.82%	8.77%	0.30%	0.00%

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Este aumento es usado para calcular el impacto en el PIB. El coeficiente de impacto económico del aumento de velocidad ha sido calculado mediante un modelo econométrico basado en series históricas para 49 países con velocidades promedio de 40 Mbps entre 2008 y 2019.<sup>51</sup> Los datos incluyen 575 observaciones para datos trimestrales de:

- Velocidad promedio de banda ancha fija<sup>52</sup>(fuente: Speedtest Global Index)
- Producto Interno Bruto (en precios corrientes US\$) (fuente: Fondo Monetario Internacional)<sup>53</sup>
- Población (fuente: Fondo Monetario Internacional)
- Adopción de banda ancha fija (fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones)
- Controles por país y trimestres

El modelo incluye:

- Un control por el trimestre de PIB anterior, para aislar efectos inerciales de crecimiento económico
- Velocidad de descarga rezagada por cuatro trimestres (1 año) para evitar efecto de causalidad revertida
- Cambios en tasa de empleo para controlar el efecto en el PIB de la evolución del mercado laboral

<sup>51</sup> De los 176 países de los cuales Speedtest publica datos de velocidad de banda ancha, se pueden usar tan solo series de tiempo para 159. De estos, se corre un modelo solamente para los países que presentan una velocidad promedio de 40 Mbps en cualquier punto de la serie.

<sup>52</sup> El panel de datos de Speedtest Global Index cubre 159 países.

<sup>53</sup> El modelo usa PIB a precios corrientes en US\$ porque el propósito es medir el impacto del PIB en US\$, sin considerar el efecto de normalización de la paridad de compra.

- Tasa de inversión del país (% del PIB) rezagado de cuatro trimestres (1 año) para controlar por efecto de inversión en el PIB
- Tasa de penetración de banda ancha fija para separar el efecto de adopción de banda ancha del efecto de velocidad

$$\ln GDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it-1} + \beta_2 \ln Download\ Speed_{it-4} + \beta_3 \ln Employment_{it} + \beta_4 \ln Investment\ Rate_{it} + \beta_5 \ln Fixed\ Broadband\ Adoption_{it} + \delta Country_i + \theta Time_t + \mu_{it}$$

Consideramos que la inclusión de la tasa de inversión como porcentaje del PIB rezagada por cuatro trimestres y la penetración de banda ancha, así como la especificación del modelo corrido sobre un panel global ayuda a corregir cualquier sesgo ocasionado por una variable omitida. Por ejemplo, la inclusión de la adopción de banda ancha fija, la cual es correlacionada con la velocidad de banda ancha, permite capturar una porción del impacto en el PIB que podría ser incorrectamente atribuido a la velocidad. De acuerdo con estos conceptos, el modelo permite determinar que cada aumento del 100% de la velocidad de banda ancha fija genera un 0.73% de crecimiento en el PIB (ver Cuadro 5-5).

**Cuadro 5-5. Impacto de la velocidad de descarga de banda ancha fija en PIB**

Impacto en el PIB	Velocidad de descarga para conexiones de más de 40 Mbps
Ln Velocidad de descarga t-4	0.00730 (0.00211) ***
Ln Empleo t	0.00458 (0.00165) ***
Ln Inversión t-4	-0.00085 (0.00481)
Control por adopción de banda ancha fija	0.00284 (0.00414)
Control por crecimiento del PIB en periodo previo	0.99454 *** (0.00168)
Efectos fijos por país	Yes
Efectos fijos por trimestre	Yes
Número de países	49
Observaciones	575
R-Cuadrado	0.9438

\*\*\*, \*\*, \* Significancia al 1%, 5% y 10% valor critico respectivamente.

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Al aplicar el coeficiente de impacto en el PIB de 0.73% por cada aumento del 100% de la velocidad, se estima el impacto económico resultante del aumento de velocidad en la residencia de consumidores como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado<sup>54</sup>.

<sup>54</sup> Es importante señalar que, si bien el coeficiente de adopción de banda ancha fija no es estadísticamente significativo, esto se debe a que los países incluidos en la muestra tienen una penetración de banda ancha fija extremadamente alta; para estos países, el impacto económico principal no está en la adopción (por ejemplo, los que adoptan tarde tendrán menor impacto) sino en la velocidad.

**Cuadro 5-6. Chile: Estimación del impacto económico resultado de la reducción de la congestión de Wi-Fi**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(15) Impacto de la velocidad en el PIB	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	0.73%	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(16) Impacto en el PIB (%)	0.11%	0.19%	0.30%	0.41%	0.54%	0.63%	0.68%	0.73%	0.97%
	(17) PIB Chile (mil millones US\$)	\$348	\$359	\$375	\$391	\$408	\$431	\$455	\$480	\$507
	(18) Impacto (millones US\$)	\$373.04	\$691.97	\$1,108.27	\$1,610.16	\$2,202.67	\$2,705.24	\$3,095.38	\$3,509.69	\$4,914.72
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(19) Impacto en el PIB (%)	0.10%	0.15%	0.17%	0.18%	0.17%	0.12%	0.06%	0.00%	0.00%
	(20) PIB Chile (mil millones US\$)	\$348	\$359	\$375	\$391	\$408	\$431	\$455	\$480	\$507
	(21) Impacto (millones US\$)	\$353.48	\$521.69	\$648.94	\$706.04	\$681.52	\$528.63	\$290.97	\$10.64	\$0.00

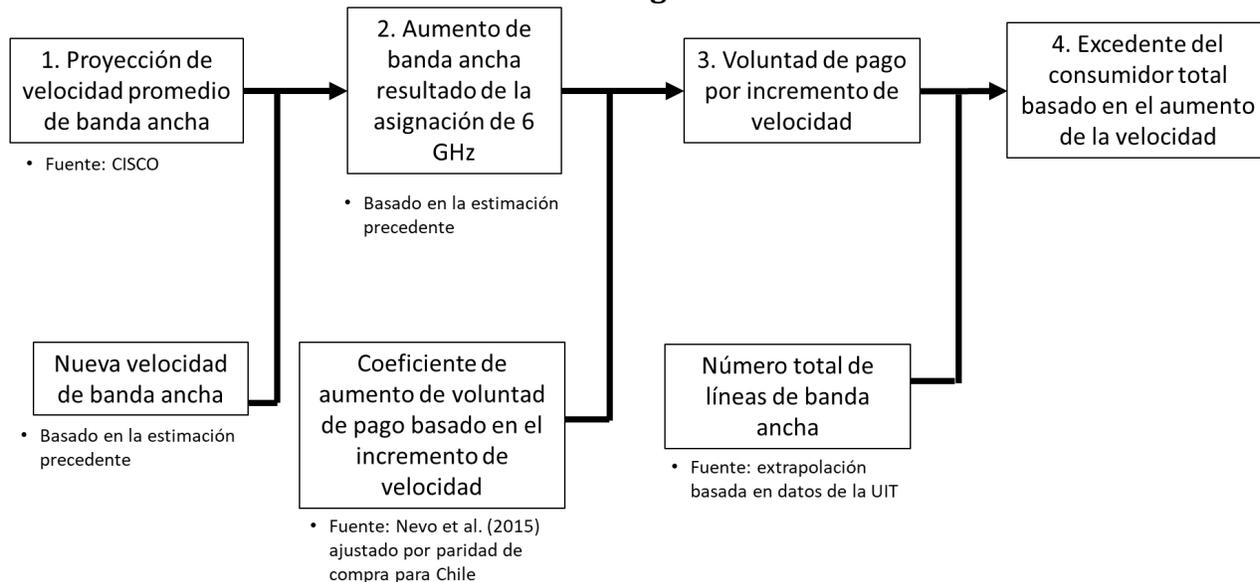
Fuentes: análisis Telecom Advisory Services

La contribución acumulada al PIB entre el 2023 y 2031 como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado alcanzará US\$ 20.21 mil millones en caso de asignación completa y US\$ 3.74 mil millones en caso de asignación parcial. La importante diferencia entre asignación completa y parcial surge debido a que, en este último escenario, la velocidad del tráfico de Wi-Fi de las conexiones superiores a 150 Mbps se vería restringida y no superaría los 500 Mbps, sobre todo en el largo plazo.

### 5.3. Contribución al excedente del consumidor como resultado de la reducción de la congestión de Wi-Fi

Como se demostró en la sección precedente, la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado tendrá un efecto positivo neto en términos de la capacidad de enrutadores de Wi-Fi y, consecuentemente, en la velocidad promedio de banda ancha. Para reiterar, el excedente del consumidor a estimar en este caso no es parte de la contribución al PIB, pero puede ser considerado como parte del valor económico. El objetivo en este caso es estimar el aumento en la voluntad de pago de consumidores como consecuencia del aceleramiento de la velocidad promedio de banda ancha. El abordaje depende de la misma estimación presentada arriba en términos del aumento de velocidad de Wi-Fi pero la considera como resultado del aumento de velocidad de banda ancha inalámbrica y el consiguiente impacto en la voluntad de pago (ver Figura 5-2).

**Figura 5-2. Metodología para estimar el excedente del consumidor resultado de la reducción de la congestión de Wi-Fi**



Fuente: Telecom Advisory Services

Como fue calculado en el caso del impacto en el PIB, la velocidad promedio esperada en 2031 como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre alcanzará 1164 Mbps (en caso de asignación completa) y 500 Mbps (en caso de asignación parcial). El paso siguiente es estimar cuál será la voluntad de pago de consumidores por la velocidad adicional generada por la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado. Considerando la falta de datos sobre voluntad de pago por velocidad de banda ancha para Chile, el siguiente análisis utiliza información generada en el estudio de Nevo et al. (2016) para Estados Unidos.<sup>55</sup> Este estudio presenta evidencia empírica de la voluntad de pago de usuarios de banda ancha en bandas de aumento de 1 Mbps desde cercanas a cero hasta US\$ 5.00. Las bandas están determinadas por la heterogeneidad en voluntad de pago, aunque el valor promedio es de US\$ 2.02, y la mediana US\$ 2.48. Adicionalmente, el estudio indica que altas velocidades de banda ancha generan un excedente. Sin embargo, debido a una disminución en el valor marginal de velocidad, cuando se alcanzan velocidades de más de 10 veces aquellas ofrecidas en un plan típico de banda ancha, el excedente crece tan solo 1.5 veces.<sup>56</sup> Los datos presentados en el estudio de Nevo et al. (2016) permiten generar una curva logarítmica que detalla la relación entre voluntad de pago y velocidad de banda ancha (ver Gráfico 3-2 en el capítulo 3). De acuerdo con los datos de dicho gráfico, un aumento de la velocidad de 92.50 Mbps a 977.90 Mbps (diez veces) aumenta la voluntad de pago de

<sup>55</sup> Nevo, A., Turner, J., and Williams, J. (Mar. 2016). "Usage-based pricing and demand for residential broadband", *Econometrica*, vol. 84, No.2, p. 441-443.

<sup>56</sup> Este resultado es consistente con la evidencia proporcionada en Liu et al. (2017), quienes encontraron que la forma de valoración de los hogares de la velocidad de banda ancha es cóncava. "Los hogares están dispuestos a pagar alrededor de \$ 2.34 por Mbps (\$14 total) mensualmente para aumentar el ancho de banda de 4 Mbps a 10 Mbps, \$ 1.57 por Mbps (\$ 24) para aumentar de 10 a 25 Mbps, y solo \$ 0.02 por Mbps (\$ 19) para aumentar de 100 Mbps a 1000 Mbps".

US\$149.90 a US\$212.90 (casi 1.5 veces). El coeficiente calculado en la ecuación del gráfico 3-2 es usada para estimar el valor económico a ser estimado por la mayor velocidad de banda resultante de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre. Para ello, la diferencia entre la velocidad de banda ancha promedio resultante de la designación de la banda de 6 GHz y la actual (en términos de su incremento anual – valor contra fáctico) es multiplicada por el coeficiente de la curva logarítmica como es representado en el gráfico 3-2. Adicionalmente, la curva es ajustada mediante la tasa de paridad de poder de compra de Chile, para considerar la diferencia de precios entre Estados Unidos y Chile. Por otro lado, se proyecta un incremento en los hogares conectados a banda ancha fija en Chile, considerando la tasa de crecimiento de conexiones en exceso de 150 Mbps. De acuerdo con estos dos supuestos, se estima que el excedente del consumidor será de US\$ 108 millones en el 2023 (ver resultados y cálculos en el cuadro 5-7).

**Cuadro 5-7. Chile: Excedente del consumidor resultado de la designación de espectro de 6 GHz para uso no licenciado (2023)**

	Data	Fuente
(1) Velocidad de descarga promedio de banda ancha fija (en dispositivo)	124.52	Análisis de retorno a la velocidad
(3) Nueva velocidad de descarga promedio de banda ancha fija	142.83	Análisis de retorno a la velocidad
(4) Demanda de velocidad promedio de banda ancha	\$ 87.87	Ecuación en grafico 3-2
(5) Nueva demanda para velocidad de banda ancha promedio	\$ 89.96	Ecuación en grafico 3-2
(6) Excedente del consumidor mensual adicional	\$ 2.09	(5 – 4)
(7) Excedente del consumidor adicional anual	\$ 25.05	(6) * 12
(8) Hogares con banda ancha fija y Wi-Fi (Millones)	4.33	Subtel
(9) Impacto (US\$ Millones)	\$108.48	(7) *(8)

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Como en el caso de retorno a la velocidad analizado arriba, el excedente del consumidor anual por velocidad de Wi-Fi más rápida estará determinado por las mismas tendencias después del 2023. Estas tendencias conllevarán una contribución anual resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre (ver cuadro 5-8)

**Cuadro 5-8. Excedente del consumidor resultado de la designación de espectro de 6 GHz para uso no licenciado (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(1) Velocidad de descarga promedio	124.52	151.60	184.62	224.89	274.01	333.97	407.15	496.52	500.00	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(2) Nueva velocidad de descarga promedio	142.83	191.65	259.34	351.85	476.73	621.36	786.87	993.80	1164.16
	(3) Demanda para velocidad de descarga promedio	\$ 87.87	\$ 90.24	\$ 92.58	\$ 94.89	\$ 97.17	\$ 99.41	\$ 101.63	\$ 103.81	\$ 103.20
	(4) Nueva demanda para velocidad de descarga promedio	\$ 89.96	\$ 93.79	\$ 97.68	\$ 101.56	\$ 105.37	\$ 108.54	\$ 111.25	\$ 113.87	\$ 115.37
	(5) Excedente del consumidor anual adicional	\$ 25.05	\$ 42.51	\$ 61.21	\$ 80.07	\$ 98.38	\$ 109.55	\$ 115.46	\$ 120.76	\$ 146.08
	(6) Hogares con banda ancha fija y Wi-Fi (millones)	4.33	4.51	4.61	4.70	4.80	4.90	4.97	5.04	5.11

	(7) Impacto (US\$ millones)	\$108.48	\$191.81	\$281.90	\$376.43	\$472.16	\$536.72	\$573.52	\$608.23	\$745.95
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(8) Nueva velocidad de descarga promedio	141.87	181.80	228.37	280.56	336.73	390.13	442.85	498.03	500.00
	(9) Nueva demanda para velocidad de descarga promedio	\$ 89.85	\$ 92.99	\$ 95.78	\$ 98.19	\$ 100.22	\$ 101.70	\$ 102.85	\$ 103.85	\$ 103.20
	(10) Excedente del consumidor anual adicional	\$ 23.82	\$ 32.94	\$ 38.30	\$ 39.56	\$ 36.62	\$ 27.42	\$ 14.73	\$ 0.53	\$ 0.00
	(11) Hogares con banda ancha fija y Wi-Fi (millones)	4.33	4.51	4.61	4.70	4.80	4.90	4.97	5.04	5.11
	(12) Impacto (US\$ millones)	\$103.15	\$148.61	\$176.42	\$186.01	\$175.74	\$134.36	\$73.15	\$2.66	\$0.00

Fuentes: Cisco; Nevo et al. (2016); análisis Telecom Advisory Services

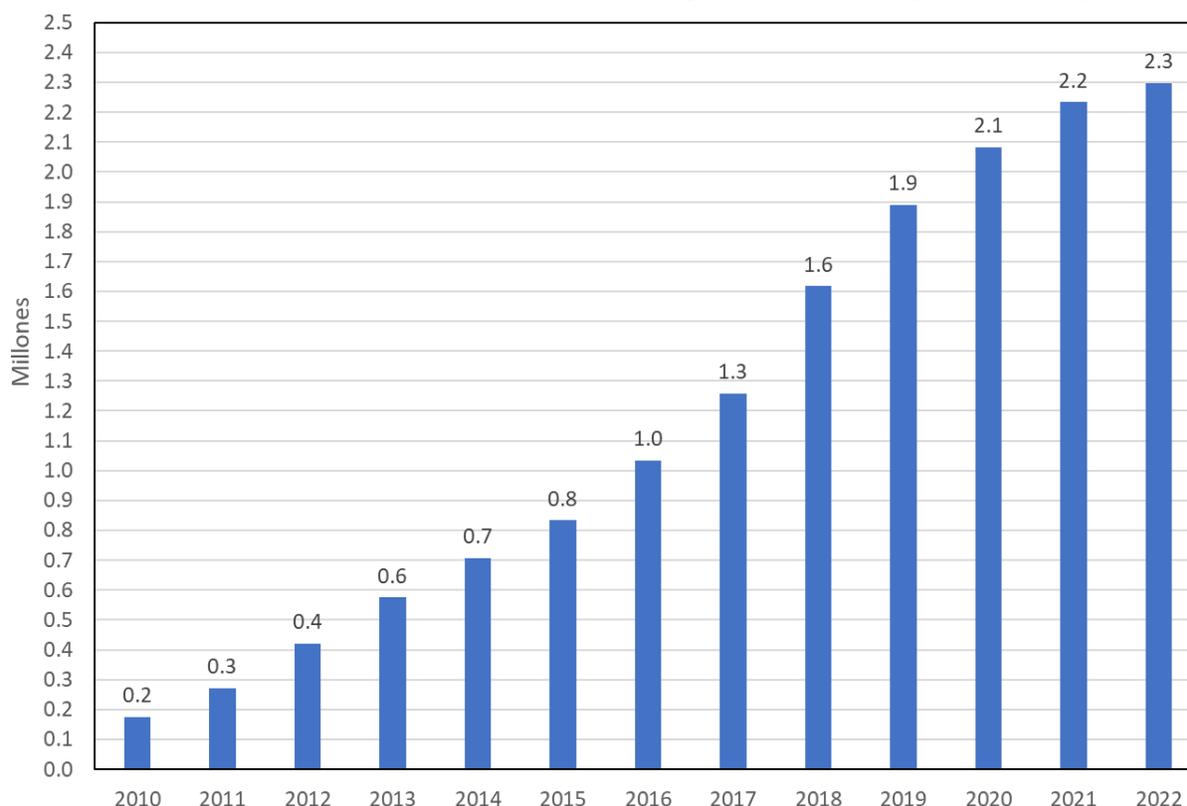
El aumento de excedente del consumidor promedio por hogar evoluciona de US\$ 25.05 en el 2023 a US\$ 146.08 en 2031 en caso de asignación de banda completa (los hogares con cuello de botella en el enrutador de Wi-Fi presentan un aumento más alto que los hogares sin limitación, que presentan US\$ 0); este es el valor multiplicado por el número total de conexiones en el hogar con Wi-Fi. El excedente del consumidor total asociado con la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado alcanzará un valor acumulado entre el 2023 y el 2031 de US\$ 3.9 mil millones en caso de asignación completa y de US\$ 1.00 ml millón en caso de asignación parcial.

## 6. DESPLIEGUE ACELERADO DEL INTERNET DE LAS COSAS

### 6.1. La importancia del Internet de las Cosas en Chile

Considerando, como fuera mencionado en el capítulo 3, que sistemas de IoT ya han sido desplegados en Chile en los últimos años, el valor económico a ser estimado a partir de un aceleramiento del ritmo de desarrollo basado en la designación adicional de espectro no licenciado requiere excluir de nuestra proyección el impacto económico de IoT basado en la tendencia natural de crecimiento registrada en el pasado. Esta última estimación es hecha a partir de la extrapolación de la tendencia histórica de la tasa de adopción de dispositivos M2M en Chile (el único indicador disponible para medir la penetración de IoT), la cual ha alcanzado 11.5% por habitantes (estimada a partir de una base instalada de 2,296,439) en el 2022 (ver Gráfico 6-1).

**Gráfico 6-1. Chile: Base instalada de dispositivos M2M (2010-2022)**



Fuente: GSMA Intelligence

Reflejando el nivel de penetración de dispositivos, el mercado chileno de IoT en el 2023 es estimado en US\$ 257 millones.<sup>57</sup> Como se detalló en el capítulo 3, el aceleramiento en el despliegue de IoT al designar espectro en la banda de 6 GHz para uso no licenciado se generarán dos efectos económicos: (i) un incremento del excedente del productor (es decir

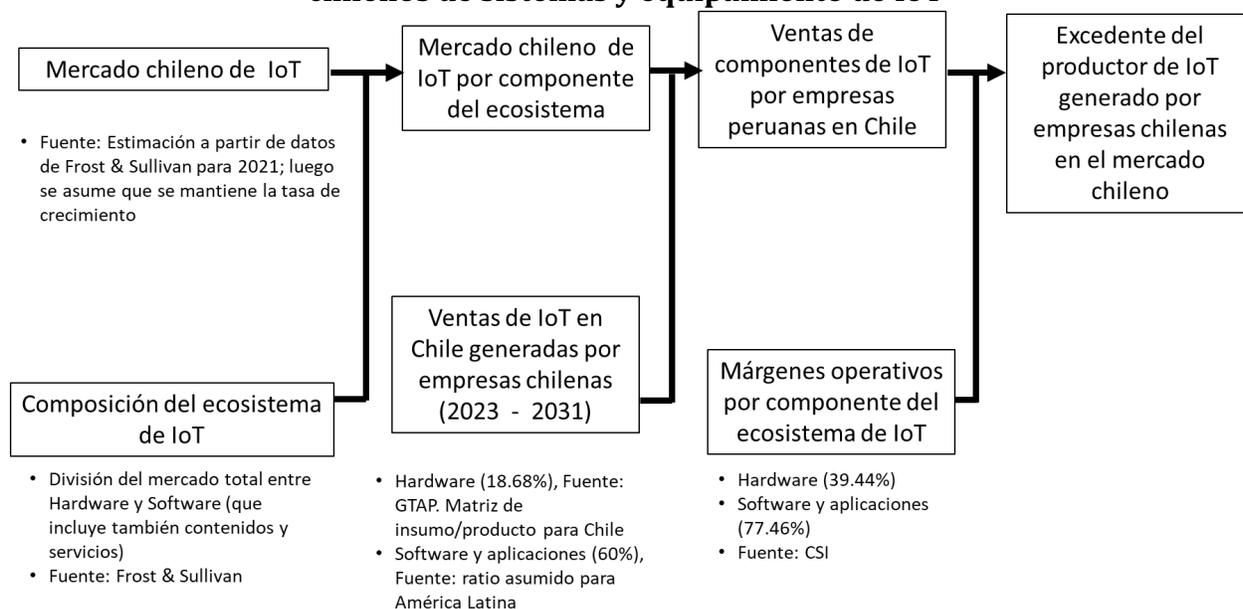
<sup>57</sup> Extrapolación basada en datos de Frost & Sullivan (2018) para América Latina.

márgenes) de empresas chilenas participantes del ecosistema de IoT, y (ii) el derrame de IoT en la eficiencia del sistema productivo chileno.

## 6.2. El excedente del productor de las firmas del ecosistema de Internet de las Cosas

El objetivo en este caso es calcular el impacto que la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado podría tener en el aceleramiento de la tasa de despliegue de IoT en Chile, con el consiguiente impacto en el excedente del productor (es decir márgenes operativos) para los proveedores chilenos de hardware, software y servicios de integración de sistemas (ver figura 6-1).

**Figura 6-1. Metodología para estimar el excedente del productor para proveedores chilenos de sistemas y equipamiento de IoT**



Fuente: Telecom Advisory Services

Para estimar el excedente del productor se comienza estimando el mercado chileno de IoT, desagregándolo por componentes del ecosistema. El punto de partida es la estimación de Frost & Sullivan para el 2021, sobre la cual se asume una tasa de crecimiento hasta el 2031. El mercado total es desagregado en términos de los componentes del ecosistema a partir de las estimaciones también provistas por Frost & Sullivan para el mercado chileno (ver cuadro 6-1).

**Cuadro 6-1. Chile: Mercado de Internet de las cosas (en mil millones US\$) (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Mercado hardware IoT en Chile	\$0.11	\$0.14	\$0.19	\$0.24	\$0.31	\$0.40	\$0.52	\$0.68	\$0.88
(2) Mercado software y servicios en Chile	\$0.14	\$0.18	\$0.24	\$0.30	\$0.39	\$0.51	\$0.66	\$0.86	\$1.12
(3) Mercado IoT en Chile	\$0.26	\$0.33	\$0.42	\$0.54	\$0.70	\$0.91	\$1.18	\$1.54	\$2.00

Fuentes: Frost & Sullivan (2018); análisis Telecom Advisory Services

Sobre esta base, se estima la porción del mercado servido por empresas chilenas. La proporción de manufactura local del sector de equipamiento electrónico es asumida en 18.68%, sobre la base de la información presentada en la matriz de insumo/producto para el país. La cuota del segmento de software e integración de sistemas es asumida con un valor del 60% en base a la experiencia de la región (ver cuadro 6-2).

**Cuadro 6-2. Chile: Mercado de Internet de las Cosas por componentes del ecosistema (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Hardware	18.68%	18.68%	18.68%	18.68%	18.68%	18.68%	18.68%	18.68%	18.68%
Software e integración de sistemas	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%

Fuentes: GTAP (2020); análisis Telecom Advisory Services

Basándonos en los márgenes operativos estimados a nivel internacional para cada proveedor de componente (calculados por CSI Markets, 2020), se estima el excedente productor para empresas chilenas de IoT (ver cuadro 6-3).

**Cuadro 6-3. Chile: Excedente del productor para empresas chilenas de IoT (en mil millones US\$) (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Hardware	\$0.01	\$0.01	\$0.01	\$0.02	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
Software e integración de sistemas	\$0.07	\$0.08	\$0.11	\$0.14	\$0.18	\$0.24	\$0.31	\$0.40	\$0.52
Total	\$0.08	\$0.10	\$0.12	\$0.16	\$0.20	\$0.27	\$0.35	\$0.45	\$0.58

Fuentes: CSI Markets (2020); análisis Telecom Advisory Services

Es así como el valor del excedente del productor generado por las ventas de empresas chilenas presentes en el mercado de IoT local alcanza US\$ 580 millones en 2031. Considerando que el mercado de IoT ya ha estado desarrollándose con anterioridad a la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado, se debe discriminar del valor total la porción que debe ser atribuida al crecimiento histórico del mercado (es decir, restar del valor total de la proyección la porción relacionada con el crecimiento histórico de IoT en Chile). El punto inicial es considerar que si la banda de 6 GHz no es designada para uso no licenciado (caso contra fáctico), el mercado de IoT para Chile, tal como se deduce de la proyección de dispositivos M2M de *GSMA Intelligence* comienza a declinar a partir del 2023. Por lo tanto, para estimar el estímulo de la banda de 6 GHz para que crezca el mercado se extrapola hacia el futuro la tasa de crecimiento decreciente de dispositivos que *GSMA Intelligence* proyecta entre el 2020 y el 2021. Esto determina que el excedente del productor en el mercado de IoT asociado a la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado en Chile será de US\$ 20 millones en el 2023, alcanzando \$330 millones en el 2031 (ver cuadro 6-4).

**Cuadro 6-4. Chile: Excedente del productor para empresas chilenas de IoT  
(en mil millones US\$) (2023-2031)**

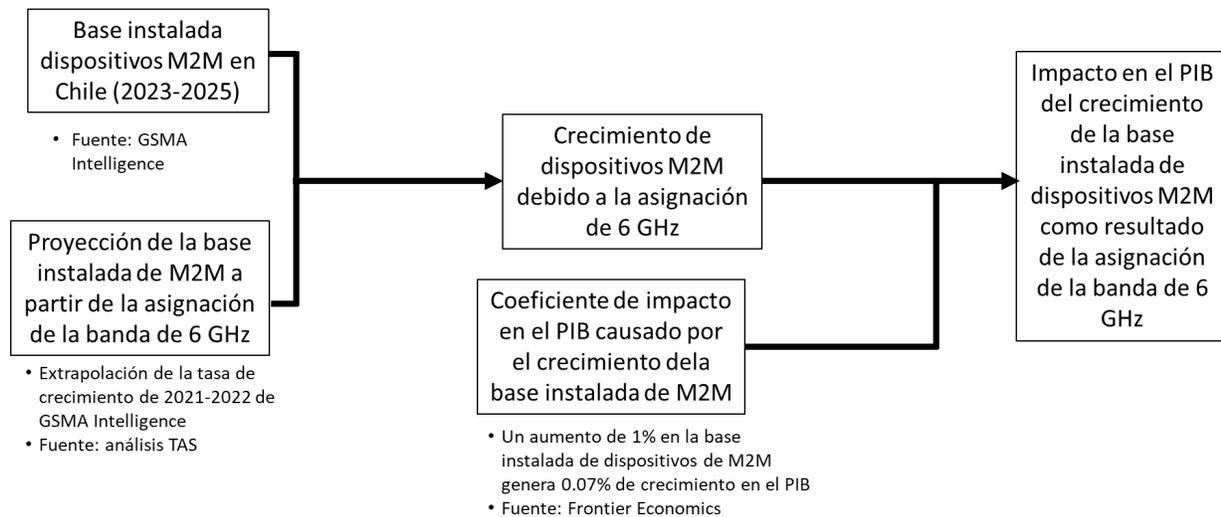
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Excedente total	\$0.08	\$0.10	\$0.12	\$0.16	\$0.20	\$0.27	\$0.35	\$0.45	\$0.58
No atribuible a la banda de 6 GHz	\$ 0.06	\$ 0.06	\$ 0.08	\$ 0.09	\$ 0.11	\$ 0.13	\$ 0.17	\$ 0.21	\$ 0.26
Atribuible a la banda de 6 GHz	\$ 0.02	\$ 0.03	\$ 0.05	\$ 0.07	\$ 0.10	\$ 0.13	\$ 0.18	\$ 0.24	\$ 0.33

Fuentes: CSI Markets (2020); análisis Telecom Advisory Services

### 6.3. Derrame económico del Internet de las Cosas como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado en Chile

Como se explica en el capítulo 3, el IoT contribuye al crecimiento del PIB a partir de la adopción de múltiples casos de uso que mejoran la eficiencia en procesos como mantenimiento preventivo y monitoreo de la producción. Para estimar el impacto de IoT usamos el coeficiente de impacto desarrollado en base a una simple función de producción que estima que un aumento del 10% en conexiones de M2M conlleva un aumento anual del PIB de entre 0.3% y 0.9% dependiendo del nivel de adopción de una economía.<sup>58</sup> Al mismo tiempo, considerando que el IoT ha estado desarrollándose en Chile con anterioridad a la posible designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado, es necesario restar su impacto agregado en el PIB, la porción atribuible al crecimiento histórico (ver figura 6-2).

**Figura 6-2. Metodología para estimar el derrame económico de IoT bajo el estímulo de la banda de 6 GHz**



Fuente: Telecom Advisory Services

Como en el caso anterior, nuestro punto de partida es la proyección de *GSMA Intelligence* para el número de dispositivos M2M en Chile, la que se extiende hasta el 2025. Nuevamente, como se detalla en la sección anterior, se asume que, de acuerdo con el efecto de estímulo de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado, la base instalada de dispositivos M2M continuará creciendo hasta el 2031, aunque a una tasa decreciente basada en la

<sup>58</sup> Ver Frontier Economics (2018). *The economic impact of IoT: putting numbers on a revolutionary technology.*

extrapolación de la tasa entre el 2021 y 2022. Esto permite calcular el número de terminales M2M cuyo despliegue puede ser directamente atribuible a la designación de la banda de 6 GHz. A este valor se aplica el coeficiente de impacto en el PIB (asumiéndose un punto intermedio de impacto del 7%), con lo cual se estima el efecto de derrame en la economía chilena (ver cuadro 6-5)

**Cuadro 6-5. Chile: Derrame de IoT atribuible a la designación de la banda 6 GHz para uso no licenciado (en US\$ mil millones) (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Terminales M2M (Millones)	2.361	2.428	2.496	2.566	2.639	2.713	2.789	2.868	2.949
(2) Crecimiento sin efecto de 6 GHz (%)	2.82%	2.82%	2.82%	2.82%	2.82%	2.82%	2.82%	2.82%	2.82%
(3) Crecimiento con efecto de 6 GHz (%)	7.22%	7.22%	7.22%	7.22%	7.22%	7.22%	7.22%	7.22%	7.22%
(4) Coeficiente de impacto de 1% del crecimiento de M2M en el PIB	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%
(5) Impacto en el PIB (%)	0.06%	0.09%	0.12%	0.15%	0.18%	0.20%	0.22%	0.23%	0.25%
(13) PIB Chile (mil millones US\$)	\$348	\$359	\$375	\$391	\$408	\$431	\$455	\$480	\$507
(7) Impacto en el PIB (mil millones US\$)	\$ 0.214	\$ 0.332	\$ 0.462	\$ 0.602	\$ 0.754	\$ 0.863	\$ 0.981	\$ 1.110	\$ 1.250

Fuentes: GSMA Intelligence; Frontier Economics; análisis Telecom Advisory Services

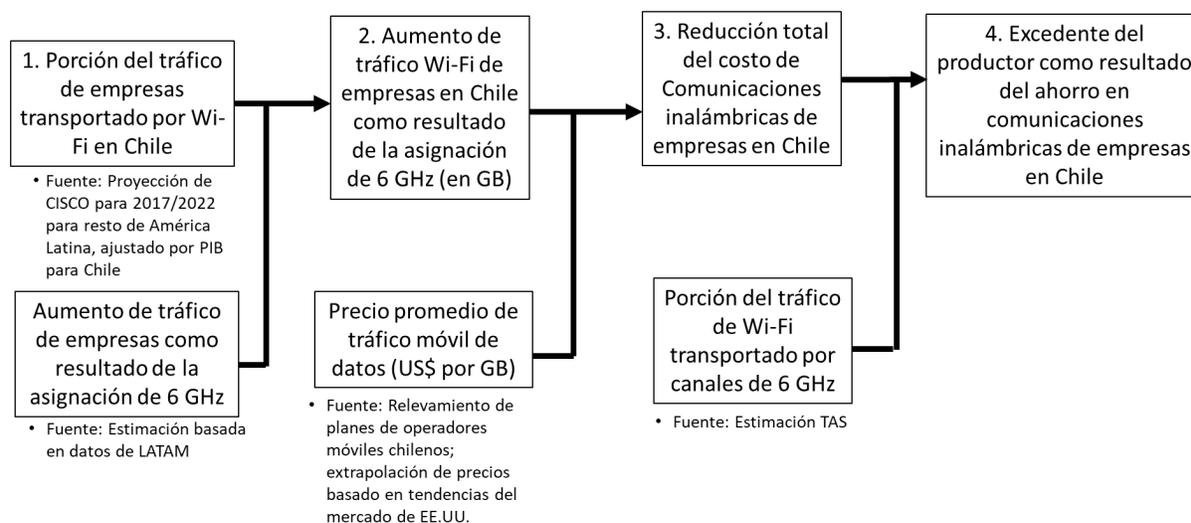
De acuerdo con la sumatoria de la línea 7, el impacto acumulado del estímulo en el despliegue de dispositivos M2M como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado, la contribución al PIB como fruto del derrame económico suma US\$ 6.57 mil millones entre 2023 y 2031.

## 7. REDUCCIÓN DE COSTOS DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS DE EMPRESAS

Como se detalló en el capítulo 3, el despliegue de aplicaciones en empresas basadas en IoT y AR/VR (analizados en el capítulo siguiente) entre otras genera un crecimiento exponencial en el tráfico de datos que van a estar procesados por dispositivos operando en espectro no licenciado, operando en las bandas de 2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz. En condiciones normales, las redes Wi-Fi de empresas operan canales de entre 20 y 40 MHz debido a limitaciones en la designación de espectro no licenciado y restricciones en dispositivos. En realidad, Wi-Fi requiere como mínimo canales de 80 MHz para entregar capacidades de 1 GB, lo que da un indicio de las limitaciones de espectro bajo las condiciones actuales. Es por ello que la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado es fundamental para ser usada por empresas. El impacto en el PIB de esta medida ya ha sido analizado en el capítulo 6 para IoT y será analizado en el capítulo 8 para AR/VR.

Aun así, la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado conlleva otro efecto económico en la medida de que permite a empresas reducir su gasto en comunicaciones inalámbricas y consecuentemente mejorar sus márgenes. La metodología usada para medir este beneficio al excedente de productores se basa en calcular el caso contra fáctico, estimando el costo a ser afrontado por empresas si estas debieran pagar por comunicaciones celulares para transportar el tráfico que puede ser canalizado por el espectro de 6 GHz. Para ello, se calcula el costo de comunicaciones celulares promediando el “precio por GB” de los programas más económicos (para el servicio equivalente a velocidades de 4G) ofrecidos por operadores en Chile (ver figura 7-1).

**Figura 7-1. Metodología para estimar el ahorro en costos de comunicación inalámbrica de empresas**



Fuente: Telecom Advisory Services

Para el 2021<sup>59</sup>, el *Visual Networking Index* de Cisco proyectó que el tráfico total para empresas en Chile<sup>60</sup> alcanzaba 2 mil millones de GB, de los cuales una porción sería transmitida en redes Wi-Fi. Ante la falta de una proyección actualizada para Chile considerando a la banda de 6 GHz, se considera la brecha que estima Cisco VNI para México contabilizando la explosión de aplicaciones de IoT y AR/VR, donde reestimó el tráfico de empresas considerando un aumento en el tráfico por Wi-Fi de 7 puntos porcentuales<sup>61</sup> (ver cuadro 7-1).

**Cuadro 7-1. Chile: Tráfico Inalámbrico de Empresas ('000'000)  
(2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Tráfico total de Internet (Gb) (2016-21)	2467.45	2819.52	3278.90	3788.27	4369.17	5096.89	5945.83	6936.17	8091.46
(2) Porción del tráfico de Internet transmitido por Wi-Fi (2016-21)	35.55%	35.08%	34.62%	34.16%	33.71%	33.27%	32.83%	32.40%	31.97%
(3) Tráfico total de Wi-Fi (2016-21)	877.07	989.02	1135.02	1294.08	1472.87	1695.58	1951.96	2247.11	2586.88
(4) Tráfico total de Internet (Gb) (2017-21)	2758.06	3290.13	3994.39	4817.80	5800.83	7064.50	8603.46	10477.66	12760.15
(5) Porción del tráfico de Internet transmitido por Wi-Fi (reestimado con Wi-Fi 6)	36.61%	36.23%	35.85%	35.47%	35.10%	34.73%	34.37%	34.01%	33.65%
(6) Tráfico total de Wi-Fi (reestimado con Wi-Fi 6)	1009.79	1191.98	1431.97	1709.07	2036.24	2453.85	2957.10	3563.57	4294.42

Fuente: Cisco Visual Networking Index (2017), (2019)

Cada proyección es convertida a valores en dólares estadounidenses basados en el precio promedio por GB calculado en base a los planes más económicos relevados en el mercado chileno<sup>62</sup> (ver cuadro 7-2).

**Cuadro 7-2. Chile: Costo del tráfico inalámbrico de empresas (2023-2031)  
(en US\$ '000'000)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Precio promedio por GB	\$ 0.05	\$ 0.05	\$ 0.04	\$ 0.04	\$ 0.03	\$ 0.03	\$ 0.03	\$ 0.02	\$ 0.02
(2) Valor del tráfico (2016-21)	\$ 44.81	\$ 45.49	\$ 47.00	\$ 48.25	\$ 49.44	\$ 51.24	\$ 53.11	\$ 55.04	\$ 57.05
(3) Valor del tráfico (reestimado con Wi-Fi 6)	\$ 51.59	\$ 54.82	\$ 59.30	\$ 63.72	\$ 68.35	\$ 74.16	\$ 80.46	\$ 87.29	\$ 94.71
(4) Impacto económico	\$ 6.78	\$ 9.34	\$ 12.30	\$ 15.47	\$ 18.91	\$ 22.91	\$ 27.35	\$ 32.25	\$ 37.66

Fuentes: precios relevados de operadores; análisis Telecom Advisory Services

Se asume que parte del crecimiento del impacto económico presentado en el cuadro 7-2 es ocasionado por el crecimiento "natural" (lo que significa una extrapolación de la tasa de crecimiento histórico del valor económico asociado al crecimiento de tráfico de Wi-Fi)

<sup>59</sup> Proyección del año 2016.

<sup>60</sup> Ante la falta de datos particulares para Chile por parte de Cisco VNI, la información del país se estima en base a los datos de "Resto de América Latina", prorrateado por el PIB de Chile.

<sup>61</sup> La proyección actualizada de Cisco incluye entre sus supuestos el despliegue de Wi-Fi 6.

<sup>62</sup> Para el análisis se analizaron planes comerciales más baratos por compañía: los planes de Movistar, Claro, Wom y Entel. Tales planes se promediaron considerando ponderaciones por cuota de mercado.

mientras que el remanente esta ocasionado por el aumento del tráfico de Wi-Fi estimulado por la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado (ver cuadro 7-3).

**Cuadro 7-3. Chile: Tráfico inalámbrico de empresas: Crecimiento generado por despliegue de Wi-Fi (2023-2031) (en US\$ '000'000)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(4) Impacto económico	\$ 6.78	\$ 9.34	\$ 12.30	\$ 15.47	\$ 18.91	\$ 22.91	\$ 27.35	\$ 32.25	\$ 37.66
(5) Nivel de desarrollo de la banda de 6 GHz	20%	30%	40%	50%	60%	65%	70%	75%	80%
(6) Impacto económico de 6 GHz	\$ 1.36	\$ 2.80	\$ 4.92	\$ 7.74	\$ 11.35	\$ 14.89	\$ 19.14	\$ 24.19	\$ 30.13

*Fuente: análisis Telecom Advisory Services*

La sumatoria del valor económico resultante del ahorro ocasionado por el uso de Wi-Fi en la banda de 6 GHz entre el 2023 y 2031 es de US\$ 117 millones.

## 8. DESPLIEGUE DE SOLUCIONES DE REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL

El mercado de soluciones de AR/VR se está desarrollando rápidamente a partir de la introducción de múltiples aplicaciones en diferentes sectores (ver cuadro 8-1).

**Cuadro 8-1. Ejemplos de aplicaciones de AR/VR**

Sector	Actividad	Casos de Uso	Ejemplo
Salud	Diagnóstico	La realidad aumentada tiene el potencial de ayudar a los pacientes antes de que se les diagnostique Alzheimer o demencia.	Altoida, es una empresa que desarrolla herramientas de realidad virtual y aumentada para predecir la aparición de enfermedades mentales en pacientes mayores, específicamente enfermedades neurodegenerativas <sup>63</sup>
	Procedimientos quirúrgicos	Plataformas que combinan tecnologías de visualización con una nueva clase de robots operativos para soportar intervenciones quirúrgicas remotas	Medivis, una empresa especializada en paquetes de realidad aumentada en el ámbito de la atención médica ofrece una herramienta de visualización holográfica de realidad aumentada que guía la navegación quirúrgica, lo que puede disminuir las complicaciones y mejorar los resultados del paciente, al tiempo que reduce los costos quirúrgicos <sup>64</sup> .
	Capacitación en procedimientos de emergencia	Dado que las emergencias pediátricas son raras, los médicos tienen poca experiencia en capacitación para ayudar a los niños en emergencias y las simulaciones tradicionales basadas en maniqués son costosas.	La realidad virtual ayuda a los médicos del Children's Hospital Los Ángeles a estar mejor preparados para situaciones de la vida real al ayudar a los médicos a conocer sus brechas de conocimiento. El programa también se ha ampliado a otros 11 sitios, incluidos los sistemas de salud Johns Hopkins y la Universidad de Stanford <sup>65</sup> .
Comercio minorista	Involucramiento de clientes	Brindar a los clientes cobertura Wi-Fi en todo el centro comercial, combinada con contenido de participación de los clientes como parte de las campañas de marketing <sup>66</sup> .	Los comerciantes minoristas están experimentando con el despliegue de plataformas de análisis basados en Wi-Fi implementados en instalaciones físicas.
Petróleo y gas	Mantenimiento	Las empresas petroleras han adoptado auriculares y gafas de realidad aumentada, que superponen imágenes digitales	Fieldbit, entre muchas empresas, está creando <sup>67</sup> tecnología que tiene como objetivo prevenir problemas técnicos y derrames de petróleo en la industria

<sup>63</sup> Shieber, J. "Using augmented reality, Altoida is identifying the likely onset of neurodegenerative diseases", *Techcrunch*, May 30, 2019.

<sup>64</sup> Shieber, J. "Robotics, AR and VR are poised to reshape healthcare, starting in the operating room". *Techcrunch*, February 21, 2019.

<sup>65</sup> Preparación para emergencias, antes que sucedan.

<sup>66</sup> Véase el ejemplo de American Dream Megamall, uno de los centros comerciales más grandes de Estados Unidos, ubicado en Nueva Jersey

<sup>67</sup> Margit, M. (2019). *How Augmented Reality is Transforming the Oil Industry*

Sector	Actividad	Casos de Uso	Ejemplo
		sobre lo que ve el usuario en la vida real para solucionar problemas en plataformas, refinerías y plantas. La tecnología transmite información en tiempo real a expertos ubicados en cualquier parte del mundo, quienes luego pueden responder con instrucciones y orientación a un técnico en el lugar.	del petróleo y el gas. Esta tecnología emergente ya está siendo utilizada por Chevron, BP y Baker Hughes.
Minería	Capacitación para operaciones de emergencia	La realidad virtual crea situaciones imposibles de recrear en el mundo físico para capacitar al personal de rescate	Los rescatistas voluntarios navegan por simulaciones subterráneas de emergencia para capacitar a los voluntarios de rescate para perfeccionar sus habilidades de respuesta a emergencias en un entorno seguro pero realista <sup>68</sup>

Fuente: *Compilación de Telecom Advisory Services*

El mercado chileno de AR/VR suma US\$ 145 millones en 2022, distribuido entre US\$ 23 millones en hardware (como anteojos inteligentes) y US\$ 122 millones en software, aplicaciones y contenidos (incluyendo integración de sistemas, plataformas, y licencias). Hacia el 2025, el mercado alcanzara US\$ 556 millones (US\$ 106 millones en hardware y US\$ 450 millones en software, aplicaciones y contenidos)<sup>69</sup>. Las ventas de empresas chilenas que forman parte del ecosistema de AR/VR generan un excedente del productor (basado en los márgenes sobre las ventas), mientras que la adopción de tecnología en el sistema productivo genera externalidades.

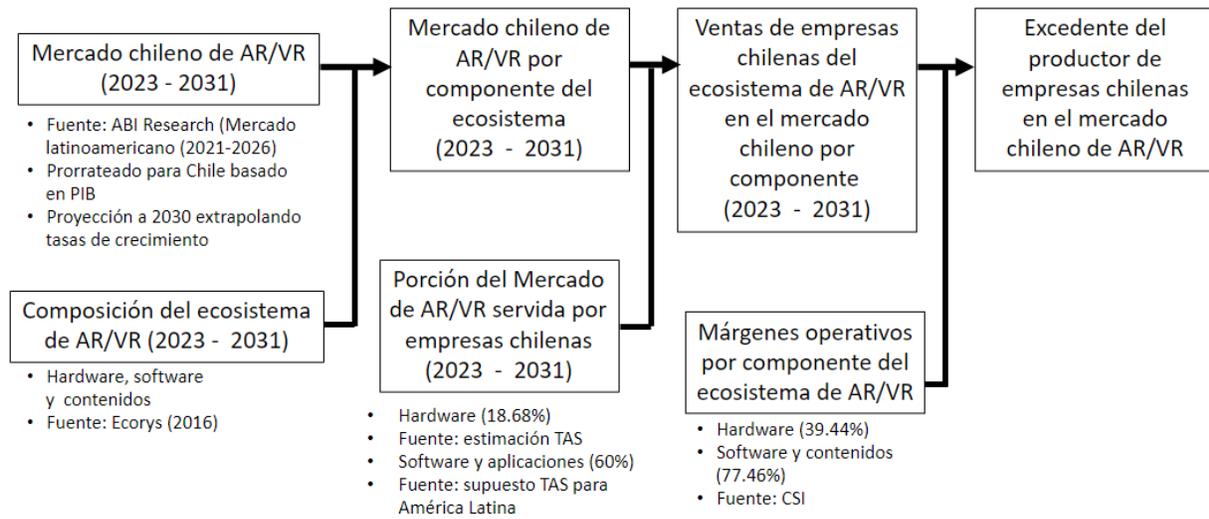
### 8.1. Excedente del productor generado por la venta de soluciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada

El desarrollo y difusión de aplicaciones de AR/VR es originado por un ecosistema compuesto por empresas de desarrollo de software, manufactura de equipamiento especializado y creación de contenido. El objetivo en la estimación del excedente del productor se enfoca en la estimación del margen de ventas de las firmas chilenas involucradas en el desarrollo y venta de componentes para el uso de AR/VR (ver Figura 8-1).

<sup>68</sup> Los equipos de rescate minero descubrieron una nueva herramienta de entrenamiento

<sup>69</sup> Estas estimaciones están basadas en proyecciones de ABI Research para el mercado latinoamericano y prorrateadas para Chile basadas en el PIB.

**Figura 8-1. Metodología para estimar el excedente productor en Chile en el mercado de AR/VR**



Fuente: Telecom Advisory Services

El punto de partida en la estimación de valor económico es el mercado chileno de aplicaciones y sistemas de AR/VR entre 2023 y 2031. En teoría, parte del valor económico a ser generado por empresas locales podría incluir las exportaciones a otros países, pero se excluyeron para desarrollar una estimación más conservadora. La proyección del mercado chileno es calculada prorrateando el valor del mercado latinoamericano para Chile basado en el PIB; una vez hecho esto se distribuye el valor del mercado por componente del ecosistema (ver cuadro 8-2).

**Cuadro 8-2. Chile: Mercado de AR/VR por componente (2023-2031)**  
(en mil millones US\$)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Hardware	\$ 0.04	\$ 0.07	\$ 0.11	\$ 0.17	\$ 0.27	\$ 0.43	\$ 0.67	\$ 1.03	\$ 1.61
(2) Software & Aplicaciones	\$ 0.21	\$ 0.31	\$ 0.45	\$ 0.60	\$ 0.76	\$ 0.93	\$ 1.09	\$ 1.24	\$ 1.42
(3) TOTAL	\$ 0.25	\$ 0.38	\$ 0.56	\$ 0.77	\$ 1.03	\$ 1.35	\$ 1.76	\$ 2.28	\$ 3.03

Fuentes: ABI Research (2019); análisis Telecom Advisory Services

El mercado es desagregado por dos segmentos principales: hardware, por un lado, y aplicaciones, software y contenidos por el otro. Una vez estimado el mercado total, se calcula la cuota del mismo servida por empresas chilenas, con lo que se excluyen las ventas de proveedores extranjeros. De la misma manera que en el mercado de IoT, el cálculo de la cuota de empresas chilenas se basa en el caso de hardware en la estimación de la producción local de equipamiento electrónico (18.68%), se mantiene este valor en la proyección hacia el futuro. En el caso del segundo segmento del mercado se asume que las firmas locales controlan el 60% del mercado (ver Cuadro 8-3).

**Cuadro 8-3. Chile: Ventas de AR/VR de firmas chilenas por componente (2023-2031)**  
(en mil millones US\$)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(4) Hardware	\$ 0.01	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.03	\$ 0.05	\$ 0.08	\$ 0.12	\$ 0.19	\$ 0.30
(5) Software & Aplicaciones	\$ 0.13	\$ 0.19	\$ 0.27	\$ 0.36	\$ 0.46	\$ 0.56	\$ 0.65	\$ 0.75	\$ 0.85
(6) TOTAL	\$ 0.13	\$ 0.20	\$ 0.29	\$ 0.39	\$ 0.51	\$ 0.64	\$ 0.78	\$ 0.94	\$ 1.15

Fuentes: ABI Research (2019; 2020); análisis Telecom Advisory Services

Una vez que las ventas de empresas chilenas al mercado local son estimadas, el excedente del productor es estimado a partir de márgenes estándar determinados a nivel internacional: 39.44% para hardware, y 77.46% para software, servicios y contenido (ver cuadro 8-4).

**Cuadro 8-4. Chile: Excedente del productor derivado de las ventas de componentes de AR/VR por empresas chilenas en el mercado local (2023-2031)**  
(en mil millones US\$)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(7) Hardware	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.03	\$ 0.05	\$ 0.08	\$ 0.12
(8) Software & Aplicaciones	\$ 0.10	\$ 0.15	\$ 0.21	\$ 0.28	\$ 0.35	\$ 0.43	\$ 0.51	\$ 0.58	\$ 0.66
(9) TOTAL	\$ 0.10	\$ 0.15	\$ 0.22	\$ 0.29	\$ 0.37	\$ 0.46	\$ 0.56	\$ 0.65	\$ 0.78

Fuentes: CSI Market Inc.: Márgenes de ganancia de la industria; ABI Research (2019, 2020); análisis Telecom Advisory Services

Como es evidente, una porción de este excedente esta ya siendo generado por la evolución del mercado basada en tendencias de desarrollo históricas. El desarrollo del mercado de AR/VR en Chile ya está ocurriendo independientemente de la decisión a ser tomada respecto a la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado. Por lo tanto, el excedente del productor estimado en el cuadro 8-4 debe ser distribuido entre la porción atribuible al crecimiento histórico de la industria en Chile y el estímulo a ser generado a partir de la decisión respecto a la banda de 6 GHz. Para tal fin, y a falta de datos particulares para Chile, se utilizó el porcentaje estimado para Estados Unidos<sup>70</sup>. Para el análisis de atribución parcial de la banda de 6 GHz, se aplicó al impacto de atribución total un porcentaje que va de 65% en 2022 hasta alcanzar y mantenerse en 53% a partir de 2025. Basado en este análisis, el excedente del productor a ser generado en Chile por las ventas de firmas de AR/VR en el mercado chileno entre el 2023 y el 2031 debido a la designación de la banda de 6 GHz sumará US\$ 1.54 mil millones en caso de asignación completa y US\$ 816 millones en caso de asignación parcial (ver cuadro 8-5).

<sup>70</sup> Se posee una estimación de este indicador para Estados Unidos hasta el 2025. Luego de ese año, se proyectó manteniendo la tasa de crecimiento entre el 2024/2025. El coeficiente podría ser mayor luego del 2025, debido al crecimiento de los dispositivos y aplicaciones que requieren 6 GHz.

**Cuadro 8-5. Chile: Excedente del productor generado por ventas de soluciones de AR/VR por empresas chilenas atribuible a la banda de 6GHz (2023-2031)  
(en millones US\$)**

		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(10) Por 6 GHz (%)		8.88%	13.87%	9.62%	28.87%	36.37%	43.87%	48.87%	53.87%	56.63%
Asignación completa de banda de 6 GHz	(11) Por 6 GHz	\$8.90	\$20.86	\$20.90	\$84.72	\$135.71	\$202.57	\$271.48	\$352.66	\$441.16
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(12) Atribuible a asignación parcial (%)	59.59%	56.40%	52.95%	52.95%	52.95%	52.95%	52.95%	52.95%	52.95%
	(13) Por 6 GHz	\$5.30	\$11.77	\$11.07	\$44.86	\$71.87	\$107.27	\$143.76	\$186.75	\$233.61

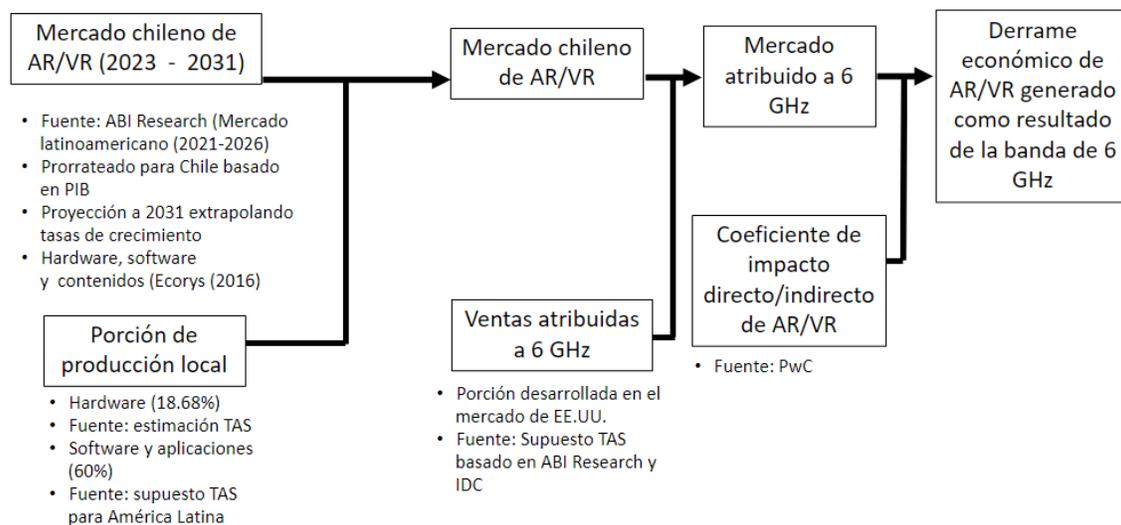
Fuentes: CSI; Márgenes de ganancia de la industria; ABI Research; análisis Telecom Advisory Services.

## 8.2. Derrame económico de la Realidad Virtual y Realidad Aumentada

La penetración de soluciones de AR/VR en empresas chilenas genera una externalidad en términos de aumento de productividad, contribuyendo al crecimiento del PIB. El derrame se materializa en un mejoramiento de la capacitación, y el aceleramiento del diseño y lanzamiento de nuevos productos, entre otros.

Considerando que el objetivo en este caso es estimar el efecto de derrame de AR/VR, el punto de partida es la contribución total de AR/VR al PIB del país, a partir del cual se calcula la contribución indirecta al PIB chileno. Dos parámetros permiten realizar esta estimación: el peso total de AR/VR en el PIB chileno (calculado en base a un coeficiente de impacto anual estimado por PwC<sup>71</sup>) a lo que se le descuenta el impacto directo (las ventas de componentes de AR/VR estimado por ABI Research, presentado en el cuadro 8-1 arriba). La metodología esta descrita en la figura 8-2.

**Figura 8-2. Metodología para estimar el derrame de AR/VR**



Fuente: Telecom Advisory Services

<sup>71</sup> PWC (2019). *Seeing is believing: how virtual reality and augmented reality are transforming business and the economy.*

Ambos valores usados como punto de partida en la estimación deben ser reducidos para reflejar el monto de valor atribuido a la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado. En otras palabras, sería incorrecto atribuir el valor total económico total al efecto de la decisión en relación con el espectro. Una vez que ambos valores han sido descontados para reflejar la contribución de la designación de la banda de 6 GHz, se estima la contribución indirecta (es decir el derrame) y el multiplicador entre efectos directos (ventas) e indirectos (derrame). Cabe destacar que, para ser conservadores en el análisis, siempre se asume que el impacto indirecto no puede ser superior al impacto directo.

**Cuadro 8-6. Chile: Contribución de AR/VR resultado del efecto de derrame basado en la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado (2023-2031)  
(en mil millones US\$)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(1) AR/VR contribución al PIB (% GDP)	0.23%	0.28%	0.34%	0.41%	0.50%	0.60%	0.73%	0.88%	1.07%	
(2) Chile PIB	\$ 347.57	\$ 358.79	\$ 375.11	\$ 390.70	\$ 407.87	\$ 430.63	\$ 454.67	\$ 480.05	\$ 506.84	
(3) AR/VR Contribución al PIB Total	\$0.79	\$1.00	\$1.27	\$1.60	\$2.03	\$2.59	\$3.32	\$4.24	\$5.41	
(4) Por 6 GHz (%)	8.88%	13.87%	9.62%	28.87%	36.37%	43.87%	48.87%	53.87%	56.63%	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(5) AR/VR Contribución al PIB con banda de 6 GHz	\$0.07	\$0.14	\$0.12	\$0.46	\$0.74	\$1.14	\$1.62	\$2.28	\$3.07
	(6) Impacto directo	\$0.02	\$0.05	\$0.05	\$0.22	\$0.37	\$0.59	\$0.86	\$1.23	\$1.72
	(7) Impacto indirecto considerado	\$0.05	\$0.09	\$0.07	\$0.24	\$0.36	\$0.55	\$0.76	\$1.05	\$1.35
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(8) Atribuible a asignación parcial (%)	59.59%	56.40%	52.95%	52.95%	52.95%	52.95%	52.95%	52.95%	
	(9) Impacto indirecto considerado	\$0.03	\$0.05	\$0.04	\$0.13	\$0.19	\$0.29	\$0.40	\$0.56	\$0.71

Fuente: PwC; ABI Research (2019); análisis Telecom Advisory Services

El valor total acumulado entre el 2023 y 2031 del derrame de AR/VR en Chile como consecuencia de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado alcanza US\$ 4.52 mil millones en caso de asignación completa y de US\$ 2.40 en caso de asignación parcial.

## 9. ACELERAMIENTO EN EL DESPLIEGUE DE WI-FI MUNICIPAL

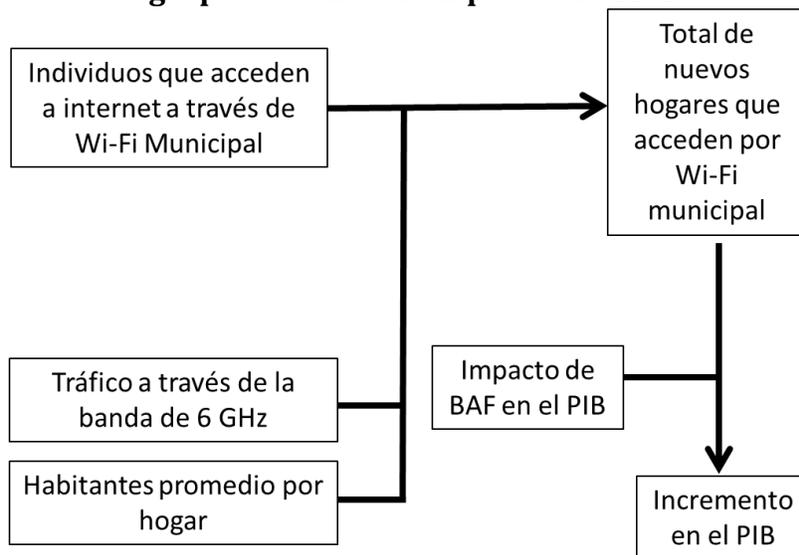
El despliegue de sitios Wi-Fi para el acceso de ciudadanos operando en municipalidades representa una valiosa contribución a la población que carece de recursos para adquirir servicio de banda ancha. Esta infraestructura puede desempeñar un papel en la mejora de la cobertura del servicio de banda ancha al proporcionar un recurso gratuito para que los consumidores obtengan acceso a Internet. En este sentido, la designación de espectro en la banda de 6 GHz aumentará la capacidad del Wi-Fi municipal para brindar un servicio gratuito a la población desatendida y aumentará la velocidad de acceso para los usuarios actuales. Estos dos efectos se traducen en una contribución al PIB y un aumento del excedente del consumidor. En Chile, existen múltiples municipalidades y entidades públicas que ofrecen Wi-Fi gratuito desde sus instalaciones.

Por lo tanto, asumiendo que existe una cantidad relevante de ciudadanos que acceden a internet a través del Wi-Fi municipal, se requiere contabilizar el valor económico proveniente de este segmento. A partir del análisis de los datos de la Encuesta de Acceso y Usos de Internet de 2017, es posible inferir que un total de 236,292 ciudadanos dependen de los sitios Wi-Fi de carácter municipal para acceder a internet en 2023.<sup>72</sup>

### 9.1. Impacto de las redes de Wi-Fi municipal en el PIB

Los sitios Wi-Fi municipales que incorporen tecnología basada en 6 GHz podrán servir un mayor número de usuarios que en las condiciones actuales, lo que a su vez tendrá un impacto en el PIB. La metodología para estimar este efecto se presenta en la Figura 9-1.

**Figura 9-1. Metodología para estimar el impacto en el PIB del Wi-Fi Municipal**



Fuente: Telecom Advisory Services

<sup>72</sup> Para ello se considera que el 77.7% de la población declara acceder a internet fuera del hogar, el 36% atribuye razones de costos para no contratar un servicio, y el 4.2% de ellos declara acceder a través de puntos Wi-Fi provistos por instituciones públicas.

Con la introducción de la banda de 6GHz los sitios de Wi-Fi Municipal recibirán dos beneficios: (1) en las zonas urbanas el principal beneficio será generado por el mayor número de usuarios que se podrán conectar a cada punto de acceso; (2) en los sitios rurales mejorará la cobertura y la calidad de conexión. De este modo, aquellos puntos de acceso Wi-Fi que adopten la nueva banda de 6 GHz podrán ampliar el universo de usuarios beneficiados por el servicio. En este punto se asume, en un escenario conservador, que el nivel de adopción de la banda de 6 GHz de estos puntos de acceso de Wi-Fi llegará al 50% en el 2030. Así también, al número de individuos que se beneficiarán del mayor alcance de los puntos de acceso de Wi-Fi, se los divide por el número de habitantes promedio por hogar. De este modo se obtiene que entre 1,311 (en el 2023) y 1,234 (en el 2031) serán los nuevos hogares beneficiados por la banda de 6 GHz de estos puntos de acceso de Wi-Fi.

**Cuadro 9-1. Chile: Hogares beneficiados por el Wi-Fi Municipal a través del espectro de 6 GHz**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Mercado potencial de Wi-Fi gratuito	2,057,705	1,539,806	1,345,030	1,149,774	945,288	730,053	649,687	567,340	482,975
Porcentaje del mercado potencial que puede ser servido por Wi-Fi Municipal	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
(2) Tráfico por la banda de 6 GHz en puntos de acceso de Wi-Fi Municipal	20%	30%	40%	50%	60%	65%	70%	75%	80%
(3) Nuevos individuos con acceso a banda ancha	5,175	5,809	6,765	7,229	7,132	5,967	5,719	5,351	4,859
(4) Nuevos hogares con acceso a banda ancha	1,311	1,472	1,715	1,834	1,810	1,515	1,452	1,359	1,234

Fuente: Subtel; Telecom Advisory Services.

El número de hogares que podrán beneficiarse de las redes de Wi-Fi Municipal que accedan al espectro de 6 GHz representa un aumento en el total de hogares conectados de Chile. El aumento de la penetración de la banda ancha multiplicado por el coeficiente de impacto de la banda ancha fija en el PIB<sup>73</sup> permite calcular el impacto total en el PIB (ver cuadro 9-2). Para el caso de asignación parcial de la banda de 6 GHz, se realiza un ajuste al valor económico asumiendo que un 75% de la población rural no podría ser cubierta en tales circunstancias.

**Cuadro 9-2. Chile: Impacto en el PIB de las redes Wi-Fi Municipal por la adopción del espectro de 6GHz**

		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Asignación completa de banda de 6 GHz	(1) Incremento en la adopción nacional de banda ancha	0.03%	0.03%	0.04%	0.04%	0.04%	0.03%	0.03%	0.03%	0.02%
	(2) Impacto de la banda ancha fija en el PIB	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%
	(3) Incremento en el PIB debido a la nueva adopción de banda ancha (%)	0.005%	0.005%	0.006%	0.006%	0.006%	0.005%	0.005%	0.004%	0.004%

<sup>73</sup> Katz, R. and Callorda, F. (2019). *Economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation: Econometric modelling for the Americas*. Geneva: International Telecommunication Union.

	(4) Incremento en el PIB (US\$ mil millones)	\$0.017	\$0.018	\$0.022	\$0.024	\$0.024	\$0.021	\$0.021	\$0.020	\$0.019
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(5) Población rural (%)	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	11%
	(6) Porcentaje de población rural que no se cubriría con asignación parcial de 6 GHz	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
	(7) Incremento en el PIB (US\$ mil millones)	\$0.015	\$0.017	\$0.020	\$0.022	\$0.022	\$0.019	\$0.019	\$0.019	\$0.018

Fuente: IMF; ITU; Análisis Telecom Advisory Services.

En resumen, la contribución acumulada al PIB de los beneficios de la designación del espectro de 6 GHz para uso libre a estos puntos de acceso Wi-Fi alcanza US\$ 190 millones entre el 2023 y el 2031 en caso de asignación completa, y de US\$ 170 millones en caso de asignación parcial.

## 9.2. Impacto de Wi-Fi Municipal al excedente del consumidor

Además de la contribución al PIB, las redes de Wi-Fi Municipal con la capacidad de aprovechar el espectro en 6 GHz pueden mejorar su rendimiento, proporcionando un servicio de banda ancha más rápido y, por lo tanto, generando un excedente al consumidor adicional.

Los individuos que acceden al Wi-Fi Municipal se beneficiarán del tráfico incremental generado bajo Wi-Fi 6. Para estimar esto, asumimos que el tráfico actual por línea llega a un máximo (antes de la saturación) en los niveles a alcanzar en el 2025, mientras que bajo Wi-Fi 6 crecerá según lo proyectado por *Cisco Visual Networking Index*. La diferencia se multiplica por el precio por GB de la banda ancha móvil en Chile. Multiplicando ambos valores se obtiene el impacto total en el excedente del consumidor (ver cuadro 9-3).

**Cuadro 9-3. Chile: Excedente del Consumidor generado por la introducción de Wi-Fi 6 en las redes de Wi-Fi Municipal**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(1) Tráfico por usuario con la introducción de la banda de 6 GHz (Gb)	24.62	29.48	34.35	39.22	44.08	48.95	53.82	58.68	63.55	
(2) Tráfico por usuario sin la introducción de la banda de 6 GHz (Gb)	24.62	29.48	34.35	34.35	34.35	34.35	34.35	34.35	34.35	
(3) Precio por Gb	\$0.05	\$0.05	\$0.04	\$0.04	\$0.03	\$0.03	\$0.03	\$0.02	\$0.02	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(4) Individuos con acceso a banda ancha a través de Wi-Fi Municipal	241,467	244,263	247,393	250,065	252,189	253,284	255,317	257,251	259,083
	(5) Impacto total en Excedente del Consumidor (US\$ mil Millones)	\$0.000	\$0.000	\$0.000	\$0.001	\$0.001	\$0.001	\$0.002	\$0.002	\$0.002
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(6) Población rural (%)	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	11%	
	(7) Porcentaje de población rural que no se cubriría con asignación parcial de 6 GHz	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	
	(8) Incremento en el PIB (US\$ mil millones)	\$0.000	\$0.000	\$0.000	\$0.001	\$0.001	\$0.001	\$0.002	\$0.002	\$0.002

Fuente: CISCO VNI; sitio web de operadores; Telecom Advisory Services.

El impacto acumulado en excedente al consumidor generado por este efecto es de US\$ 7.8 millones entre el 2023 y el 2031, siendo para este rubro insignificante la diferencia entre asignar la banda completa o de modo parcial.

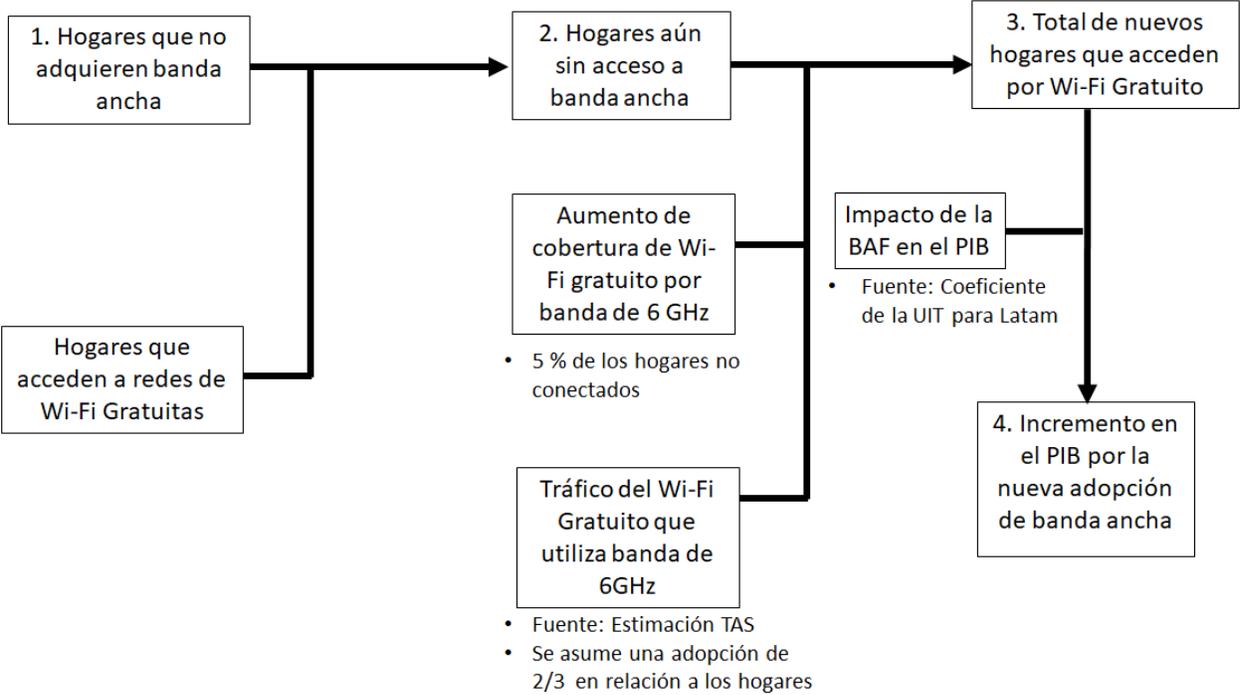
## 10. DESARROLLO DE PUNTOS DE ACCESO DE WI-FI GRATUITO

El cálculo del impacto económico de la designación de 6 GHz para uso libre parte del supuesto subyacente que los puntos de acceso Wi-Fi gratuitos que se benefician de esa asignación serán capaces de manejar una mayor cantidad de dispositivos, lo que a su vez contribuirá a la adopción de banda ancha. Por otro lado, estos sitios podrán brindar una velocidad de servicio más rápida, que se puede transferir al aumento del bienestar del consumidor.

### 10.1. Impacto de Wi-Fi gratuito en el PIB como resultado de la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado

Los puntos de acceso gratuito que incorporan tecnología basada en el espectro de 6 GHz podrán manejar un mayor número de usuarios que en las condiciones actuales del espectro, lo que a su vez tendría un impacto en el PIB. La metodología para cuantificar este efecto es presentada en la Figura 10-1.

**Figura 10-1. Metodología para estimar el impacto en el PIB de redes de Wi-Fi Gratuito**



Fuente: Telecom Advisory Services

Nuestro punto de partida son los hogares que carecen de acceso a banda ancha en el hogar debido a una asequibilidad limitada. Restamos de este universo aquellos hogares que serán atendidos por los WISP en el futuro, para no incurrir en una doble contabilización. De este grupo, estimamos aquellos que podrían ser atendidos por sitios gratuitos que hayan

implementado Wi-Fi 6 y, considerando la información que provee la Encuesta de Acceso y Usos de Internet preparada para Subtel en 2017, asumimos que el 5% de ellos dependerá efectivamente de un sitio gratuito para obtener acceso a Internet.<sup>74</sup> Se trata de una previsión conservadora en la medida que es de prever que en el subconjunto de hogares no conectados tal porcentaje sea mayor. Por lo tanto, esta es la penetración incremental de la banda ancha que se utiliza para cuantificar el impacto en el PIB (ver cuadro 10-1).

**Cuadro 10-1. Chile: Impacto en el PIB del Wi-Fi Gratuito por el espectro en la banda de 6 GHz**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(1) Mercado potencial de Wi-Fi gratuito	2,057,705	1,539,806	1,345,030	1,149,774	945,288	730,053	649,687	567,340	482,975	
(2) Porcentaje del mercado potencial a ser cubierto por Wi-Fi gratuito	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
(3) Porcentaje del mercado potencial que puede ser cubierto por Wi-Fi público	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	
(4) Tráfico en la banda 6 GHz	20%	30%	40%	50%	60%	65%	70%	75%	80%	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(5) Nuevos individuos que pueden acceder a banda ancha	15,402	17,288	20,135	21,515	21,227	17,760	17,020	15,925	14,460
	(6) Nuevos hogares que pueden acceder a banda ancha	3,902	4,381	5,105	5,457	5,386	4,508	4,321	4,044	3,674
	(7) Incremento en la penetración de banda ancha	0.08%	0.09%	0.10%	0.10%	0.10%	0.08%	0.08%	0.07%	0.06%
	(8) Impacto de la banda ancha en el PIB	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%	15.75%
	(9) Incremento en el PIB (%)	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
	(10) PIB (US\$ B)	\$347.57	\$358.79	\$375.11	\$390.70	\$407.87	\$430.63	\$454.67	\$480.05	\$506.84
(11) Impacto en el PIB (US\$ B)	\$0.044	\$0.049	\$0.059	\$0.064	\$0.065	\$0.056	\$0.056	\$0.055	\$0.052	
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(12) Población rural (%)	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	11%
	(13) Porcentaje de población rural que no se cubriría con asignación parcial de 6 GHz	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
	(14) Impacto en el PIB (US\$ B)	\$0.040	\$0.045	\$0.054	\$0.059	\$0.059	\$0.051	\$0.051	\$0.050	\$0.047

Fuente: Subtel; FMI; Banco Mundial; Telecom Advisory Services.

De este modo la contribución acumulada de este efecto al PIB es de US\$ 500.76 millones en caso de asignación completa y de US\$ 456.73 millones en caso de asignación parcial.

Así también, adicional a este efecto se tiene que considerar el impacto que tendrá la banda de 6 GHz en la generación de ingresos para los Hot Spots pagos, asumiendo que los mismos podrán incrementar su capacidad en un 40% (ver cuadro 10-2).

<sup>74</sup> El umbral de 5% proviene de considerar los resultados de la encuesta de Subtel que sugieren que el 77.7% de la población declara acceder a internet fuera del hogar, que el 36% atribuye razones de costos para no contratar un servicio, y que el 16.7% de ellos declara acceder a través de puntos Wi-Fi gratuitos.

**Cuadro 10-2. Chile: Impacto en el PIB de la banda de 6 GHz a través de mayores ingresos de Wi-Fi Hot Spots pagos**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Potencial incremento de usuarios de Wi-Fi Hot Spots pagos	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%
(2) Tráfico por la banda de 6 GHz	20%	30%	40%	50%	60%	65%	70%	75%	80%
(3) Incremento en dispositivos conectados por efecto de la banda de 6 GHz	8%	12%	16%	20%	24%	26%	28%	30%	32%
(4) Ingreso promedio por Hot Spot (US\$)	\$374	\$385	\$396	\$407	\$418	\$421	\$425	\$429	\$432
(5) Ingresos adicionales por la banda de 6 GHz (US\$ millones)	\$2.77	\$4.74	\$7.22	\$9.63	\$12.34	\$13.77	\$15.28	\$16.87	\$18.54

*Fuente: Telecom Advisory Services*

De este modo la contribución acumulada de este efecto al PIB es de US\$ 101 millones entre el 2023 y el 2031.

**10.2. Impacto de Wi-Fi gratuito en el excedente del consumidor**

La adopción de WI-Fi 6 en los sitios de Wi-Fi gratuitos traerá dos ventajas para los usuarios: (1) Mayor velocidad de acceso; (2) Mayor tráfico por dispositivo. En el caso de la mayor velocidad de acceso se asume que a partir del 2025 en caso de no adoptarse la banda de 6 GHz el tráfico por estas redes no podrá seguir incrementando su velocidad. Por lo que utilizando la misma metodología que se utilizó para el tráfico en hogares, puede estimarse el valor de la velocidad adicional que se logra gracias a la banda de 6 GHz (ver cuadro 10-3).

**Cuadro 10-3. Chile: Impacto en el excedente del consumidor de la mayor velocidad de acceso gracias al espectro de la banda de 6 GHz en el Wi-Fi gratuito**

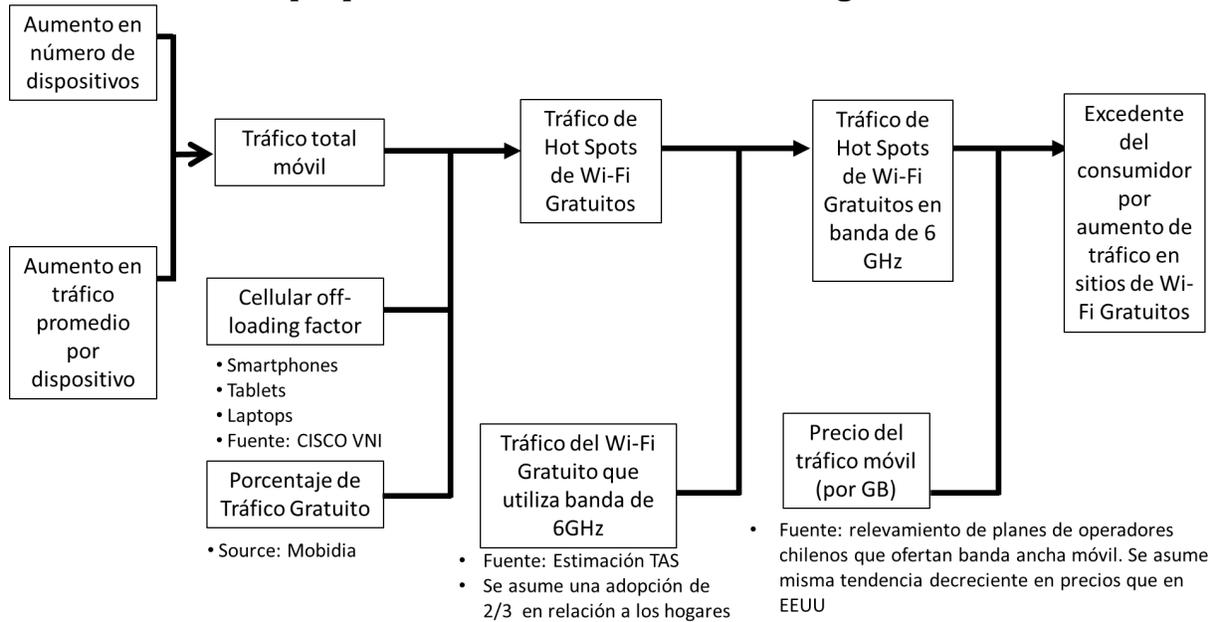
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
(1) Velocidad de Wi-Fi gratuito sin la banda de 6 GHz	10.0	11.6	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	
(2) Velocidad de Wi-Fi gratuito con la banda de 6 GHz	10.0	11.6	13.5	15.6	18.1	21.0	24.3	28.2	32.8	
(3) Tráfico por la banda de 6 GHz	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	65.00%	70.00%	75.00%	80.00%	
(4) Velocidad media con banda de 6 GHz	10.0	11.6	13.5	14.5	16.2	18.4	21.1	24.5	28.9	
(5) Demanda por velocidad sin banda de 6 GHz (US\$)	\$49.50	\$51.40	\$53.27	\$52.91	\$52.55	\$52.19	\$51.83	\$51.48	\$51.12	
(6) Demanda por velocidad con banda de 6 GHz (US\$)	\$49.50	\$51.40	\$53.27	\$54.06	\$55.33	\$56.75	\$58.39	\$60.20	\$62.14	
(7) Excedente del consumidor adicional mensual	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1.15	\$2.79	\$4.57	\$6.56	\$8.72	\$11.01	
(8) Excedente del consumidor adicional anual	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$13.76	\$33.45	\$54.80	\$78.69	\$104.64	\$132.13	
Asignación completa de banda de 6 GHz	(9) Hogares que usan Wi-Fi Gratuito	718,653	726,973	736,288	744,242	750,561	753,822	759,873	765,629	771,081
	(10) Impacto (US\$ millones)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$10.24	\$25.11	\$41.31	\$59.80	\$80.11	\$101.88
Asignación parcial de banda de 6 GHz	(11) Hogares que usan Wi-Fi Gratuito	717,264	725,423	734,495	742,338	748,695	752,270	758,395	764,255	769,841
	(12) Impacto (US\$ millones)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$10.21	\$25.04	\$41.23	\$59.68	\$79.97	\$101.72

Fuente: Telecom Advisory Services.

De este modo la contribución acumulada de este efecto al excedente del consumidor es de US\$ 318 millones entre el 2023 y el 2031 tanto para el caso de asignación completa como en el caso de asignación parcial.

En segundo término, se tiene que con la adopción de Wi-Fi 6 por los sitios de Wi-Fi gratuitos podrá aumentar el tráfico de los dispositivos conectados (Ver Figura 10-2).

**Figura 10-2. Chile: Excedente del consumidor de los usuarios por el mayor tráfico que permite Wi-Fi 6 en sitios de Wi-Fi gratuito**



Fuente: Telecom Advisory Services

En base a las proyecciones de tráfico por dispositivo de Cisco VNI y el número total de dispositivos estimado por GSMA y Cisco VNI se proyecta que existirá una congestión que limitará el tráfico por dispositivo desde el 2024 si no se implementa Wi-Fi 6 (ver cuadro 10-4)

**Cuadro 10-4. Chile: Excedente del Consumidor por beneficios de la Banda de 6 GHz en mayor tráfico en sitios de Wi-Fi Gratuitos**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Demanda no satisfecha por congestión del Wi-Fi Gratuito (Millones de GB)	0.00	3.31	12.76	56.93	124.58	235.57	395.43	624.41	951.12
(2) Tráfico por la banda de 6 GHz	20%	30%	40%	50%	60%	65%	70%	75%	80%
(3) Tráfico factible por la banda de 6 GHz	0.00	0.99	5.10	28.46	74.75	153.12	276.80	468.31	760.90
(4) Precio promedio por GB móvil	\$0.051	\$0.046	\$0.041	\$0.037	\$0.034	\$0.030	\$0.027	\$0.024	\$0.022
(5) Costo de provisión del GB de los sitios de Wi-Fi gratuitos	\$0.036	\$0.034	\$0.033	\$0.029	\$0.026	\$0.024	\$0.021	\$0.019	\$0.017
(6) Excedente del consumidor por GB	\$0.015	\$0.012	\$0.009	\$0.008	\$0.007	\$0.006	\$0.006	\$0.005	\$0.005
(7) Excedente del consumidor generado por banda de 6 GHz (US\$ millones)	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.05	\$ 0.23	\$ 0.53	\$ 0.99	\$ 1.61	\$ 2.44	\$ 3.58

Fuente: GSMA; Cisco VNI; sitio web de operadores; Telecom Advisory Services.

De este modo la contribución acumulada de este efecto al excedente del consumidor es de US\$ 9 millones entre el 2023 y el 2031.

## 11. ALINEAMIENTO DE LA DESIGNACIÓN DE ESPECTRO DE 6 GHz CON EL MODELO DE ECONOMÍAS AVANZADAS

Como se mencionó en el capítulo 3, la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado permitirá no solo aliviar la presión resultante del crecimiento explosivo del tráfico de Wi-Fi, sino que también tiene implicancias para la reducción de costos de insumos para empresas chilenas y para la política industrial del país. Si Chile toma una decisión respecto a la designación del espectro alineándose con estados Unidos y Corea del Sur, se beneficiará debido a la oportunidad de adquirir equipamiento cuyo costo unitario será menor que el ofrecido por los países europeos. Nuestra comparación de precios unitarios de anteojos monoculares de AR indica que Estados Unidos presenta una ventaja en relación con Europa Occidental (ver cuadro 11-1).

**Cuadro 11-1. Estados Unidos versus Europa: Precio de venta promedio de anteojos monoculares**

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Estados Unidos	761.16	709.14	656.94	606.29	564.49	528.85
Europa	766.25	715.60	665.82	617.24	574.03	537.53
Porcentaje de diferencia	-0.66%	-0.90%	-1.33%	-1.77%	-1.66%	-1.61%

Fuentes: ABI Research 2020-2024; análisis Telecom Advisory Services

Al extrapolar la tendencia hasta el 2030 y aplicar la diferencia de precio a los mercados de equipamiento de AR/VR e IoT, el siguiente efecto es calculado (ver cuadro 11-2).

**Cuadro 11-2. Ventaja del alineamiento la decisión espectral de 6 GHz con el modelo de EE.UU. y Corea del Sur**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Mercado de equipamiento de AR-VR	\$0.042	\$0.066	\$0.106	\$0.169	\$0.268	\$0.425	\$0.665	\$1.034	\$1.608
(2) Mercado de equipamiento de IoT	\$0.113	\$0.144	\$0.185	\$0.239	\$0.307	\$0.400	\$0.520	\$0.676	\$0.879
(3) Reducción de precio resultado de alineamiento de la decisión espectral	-1.66%	-1.61%	-1.54%	-1.47%	-1.40%	-1.34%	-1.28%	-1.22%	-1.16%
(4) Impacto en el excedente del productor s (US\$ B)	\$0.001	\$0.001	\$0.002	\$0.003	\$0.005	\$0.007	\$0.011	\$0.016	\$0.023

Fuente: ABI Research; Frost & Sullivan; análisis Telecom Advisory Services

En segundo lugar, como fuera mencionado en el capítulo 3, el mercado chileno de equipamiento y servicios en áreas relacionadas con la implementación de la decisión del espectro de la banda de 6 GHz sumó US\$ 1.96 mil millones en 2020 pero alcanzará US\$ 2.36 mil millones en 2025 (ver cuadro 11-3).

**Cuadro 11-3. Chile: Ventas en mercados impactados por la designación de espectro en la banda de 6 GHz (en mil millones US\$) (2020-25)**

<b>Mercado</b>	<b>Categorías</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>
Realidad aumentada/Realidad virtual	Hardware	\$ 0.04	\$ 0.11
	Software, aplicaciones y contenidos	\$ 0.21	\$ 0.45
	Subtotal	\$ 0.25	\$ 0.56
Internet de las Cosas	Hardware	\$ 0.11	\$ 0.19
	Software y servicios	\$ 0.14	\$ 0.24
	Subtotal	\$ 0.26	\$ 0.42
Dispositivos dependiendo de acceso a Wi-Fi	Subtotal	\$ 1.45	\$ 1.38
<b>Total</b>		<b>\$ 1.96</b>	<b>\$ 2.36</b>

*Nota: ABI Research provee una estimación del mercado de AR/VR hasta el 2024 para América Latina. La porción designada para Chile es calculada prorrateando el mercado latinoamericano proyectado por ABI Research por el PIB chileno como porcentaje del latinoamericano. La estimación para 2025 extrapola la tasa de crecimiento para 2024.*

*Fuentes: ABI Research; Frost & Sullivan; análisis Telecom Advisory Services*

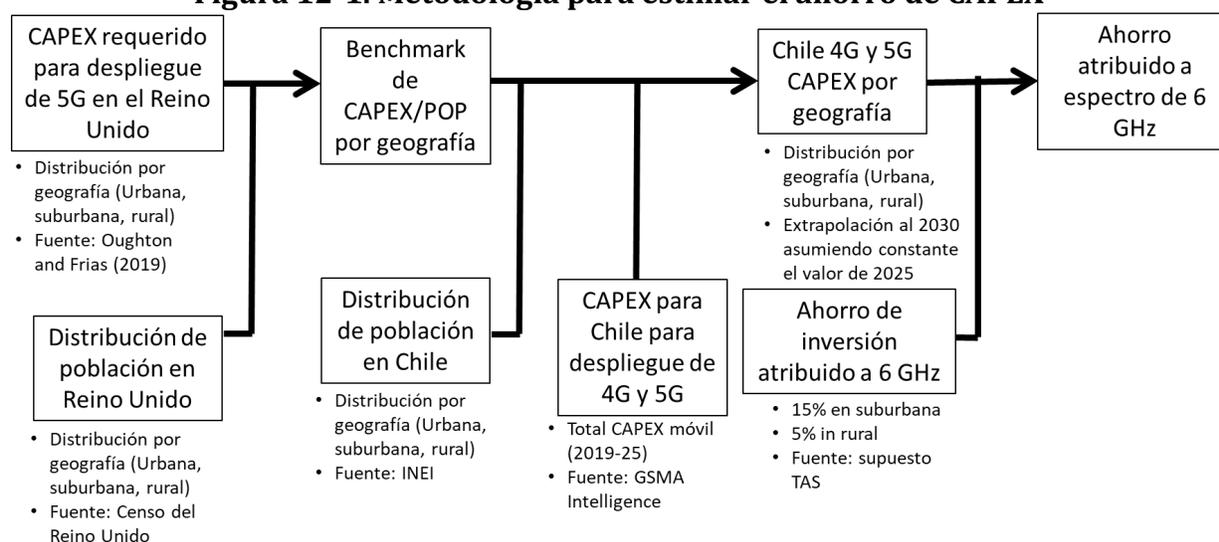
De acuerdo con estas condiciones atractivas para el desarrollo de mercado, la decisión de considerar la banda de 6 GHz para uso no licenciado bajo el modelo seguido por los Estados Unidos, Corea del Sur, y Brasil hasta el momento podría permitir a Chile responder a la demanda del mercado local y otorgarle al país la posibilidad de desarrollar una industria de equipamiento orientada a la exportación.

## 12. AUMENTO DE CAPACIDAD DE ENRUTAMIENTO DE TRÁFICO CELULAR

Las redes 5G entregan servicio caracterizado por velocidades más rápidas, latencia reducida y mayor capacidad. Sin embargo, los operadores celulares no podrán entregar este servicio sin recurrir a redes Wi-Fi capaces de enrutar una porción importante de tráfico. Cisco estimó que en 2022 un 54% del tráfico móvil de América Latina ha sido enrutado por Wi-Fi, un incremento desde el 2017, cuando el porcentaje era de 48%. La disponibilidad de espectro en la banda de 6 GHz para uso no licenciado es un componente esencial para alcanzar esta proyección.

El objetivo en este capítulo es estimar el ahorro en inversión de capital a ser generado por los operadores celulares al enrutar una porción del tráfico de 5G y 4G, aprovechando la capacidad que representan los canales de 160 MHz existentes en el espectro de 6 GHz (ver Figura 12-1).

**Figura 12-1. Metodología para estimar el ahorro de CAPEX**



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services

El análisis comienza con una estimación de los costos de despliegue de 5G, sin considerar el beneficio del enrutamiento a Wi-Fi (caso contra factico). Para ello se suma la inversión de CAPEX estimada por *GSMA Intelligence* para toda la industria móvil chilena entre el 2019 y 2025. En el cuadro 12-1 se presentan las proyecciones de cobertura y de inversión hasta el año 2031.

**Cuadro 12-1. Chile: Inversión**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Cobertura 5G	20.8%	40.1%	56.7%	68.2%	79.5%	89.3%	96.2%	98.8%	99.0%
Inversión total (US\$ mil millones)	\$ 1.01	\$ 1.03	\$ 1.03	\$ 1.06	\$ 1.09	\$ 1.12	\$ 1.15	\$ 1.18	\$ 1.21

Fuentes: GSMA Intelligence; análisis Telecom Advisory Services

Para estimar el ahorro, se debe distribuir esta inversión a partir de una hipótesis de distribución geográfica. Para ello, recurrimos al único ejercicio de costeo de 5G realizado por Oughton y Frias (2016) para el Reino Unido. Los autores estiman un CAPEX de US\$53.34 mil millones, de los cuales US\$ 890 millones son destinados a medios urbanos, US\$ 7.13 mil millones a medios suburbanos, y US\$ 45.32 mil millones a zonas rurales (ver cuadro 12-2).

**Cuadro 12-2. Reino Unido: Inversión Total en 5G**

	Población (Millones)	Distribución de la población	5G CAPEX (US\$ mil millones)	Distribución del 5G CAPEX (%)	CAPEX per POP
Urbano (ciudades >1 millón)	19.42	29%	\$0.89	1.66%	\$45.71
Suburbano	36.16	54%	\$7.13	13.37%	\$197.16
Rural	11.38	17%	\$45.32	84.97%	\$3,981.22
Total	66.96	100%	\$53.34	100%	\$796.58

Fuente: Oughton and Frias (2017). Exploring the cost, coverage and rollout implications of 5G in Britain; análisis Telecom Advisory Services

Usando CAPEX por población como punto de partida (sin incluir costos de adquisición de espectro) se calcula inversión para desplegar una red de 5G en Chile. Considerando la designación por zona geográfica (ver cuadro 12-3).

**Cuadro 12-3. Chile: Inversión total**

	Población (millones)	CAPEX (US\$ mil millones)	Ahorro de CAPEX (US\$ mil millones)
Urbano (ciudades >1 millón)	9,810,225	\$ 0.45	\$ 0.00
Suburbano	7,742,480	\$ 1.53	\$ 0.23
Rural	2,445,795	\$ 9.78	\$ 0.49
Total	19,998,500	\$11.76	\$0.72

Fuente: Oughton and Frias (2017). Exploring the cost, coverage and rollout implications of 5G in Britain; Análisis Telecom Advisory Services

Considerando la desagregación de costos de Oughton y Frias (2016), así como la de las otras estimaciones, la inversión bajo un marco de espectro con licencia exclusiva seguirá siendo significativa para áreas suburbanas (US\$ 1.53 mil millones) y rurales (US\$ 9.78 mil millones). En este contexto, el espectro sin licencia se convierte en un habilitador clave de los servicios 5G. El próximo entorno 5G flexible y radio-neutral será intrínsecamente compatible con la próxima ola de estándares Wi-Fi 802.11 y tecnologías inalámbricas de corto alcance que operan en bandas sin licencia. Un análisis comparativo de CAPEX para la estación base 5G de pico cell frente al punto de acceso Wi-Fi de grado de operador indica una ventaja de costo de

este último que asciende al 81%<sup>75</sup>. Cabe señalar que la ventaja de Wi-Fi en las redes híbridas se vuelve aún más relevante con el espectro de 6 GHz dada la capacidad de los puntos Hot Spot para manejar grandes volúmenes de tráfico.

De manera conservadora, asumimos que Wi-Fi no será fundamental para mantener la inversión en áreas urbanas, pero que jugará un papel importante en las geografías suburbanas y rurales. Con base en la ventaja de costo del Wi-Fi, asumimos que será efectivo para una parte del despliegue de la red suburbana (aproximadamente el 15%) y rural (aproximadamente el 5%). Por lo tanto, utilizando la estimación de US\$ 1.53 mil millones para cobertura suburbana y US\$ 9.78 mil millones para cobertura rural, la implementación de puntos de acceso Wi-Fi que aprovechen 6 GHz generará ahorros de CAPEX de US\$ 647 millones<sup>76</sup>. Estos serán críticos en términos de permitir a los operadores extender su cobertura 5G aún más a las geografías rurales.

---

<sup>75</sup> Nikolikj, V. and Janevski, T. (2014). "A Cost Modeling of High-Capacity LTE-Advanced and IEEE 802.11ac based Heterogeneous Networks, Deployed in the 700 MHz, 2.6 GHz and 5 GHz Bands," *Procedia Computer Science* 40 (2014) 49-56.

<sup>76</sup> Una contribución adicional podría incluir un servicio similar a Wi-Fi que opere dentro de los canales AFC.

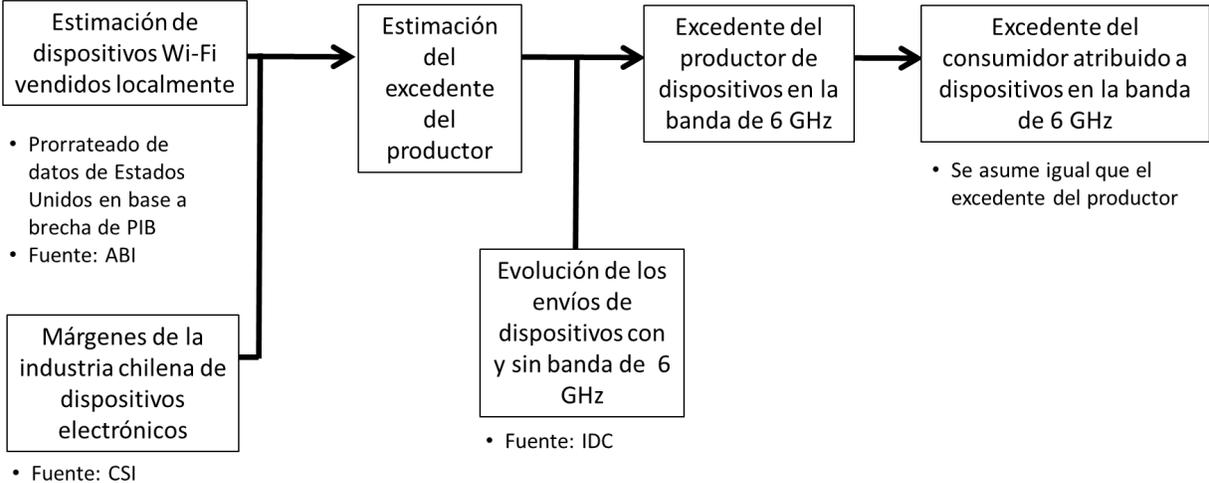
### 13. PRODUCCIÓN Y ADOPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE WI-FI

La diferencia entre los precios de mercado y los costos de fabricación local de los productos habilitados para Wi-Fi representa el margen del fabricante y, en consecuencia, el excedente del productor. Se asume, siguiendo a Milgrom et al. (2011), que el excedente del consumidor es aproximadamente igual al excedente del productor, con la diferencia que para el excedente del consumidor consideramos únicamente los dispositivos que se consumen en Chile y para el excedente del productor los productos que se fabrican localmente. Como se detalló anteriormente en el capítulo 3, identificamos siete productos de consumo que están intrínsecamente vinculados a Wi-Fi 6: dispositivos y sistemas inteligentes para el hogar, como altavoces y sistemas de seguridad para el hogar, sistemas de redes para el hogar, tabletas Wi-Fi, puntos de acceso, adaptadores, enrutadores y puertas de enlace.

#### 13.1 Aumento del excedente de consumidores por Equipamiento de Wi-Fi en la banda de 6 GHz

La estimación del valor económico comienza compilando las ventas de los fabricantes globales para cada categoría de producto en Chile. Esto se ha hecho interpolando datos de los mercados de Estados Unidos y el mundo, y asumiendo un nivel para Chile de acuerdo con la participación del PIB correspondiente. Después de eso, aplicamos el margen prorrateado estimado por los mercados de CSI que arroja un excedente del productor estimado para estos productos en particular del 39.44%. Como se mencionó anteriormente, se supone que el excedente del consumidor es de la misma magnitud. Como este análisis se realiza para el mercado total de dispositivos Wi-Fi, para diferenciar el valor correspondiente a la banda de 6 GHz, del valor que corresponde a las otras bandas de uso de Wi-Fi, seguiremos las previsiones proporcionadas por IDC sobre la evolución de los envíos de dispositivos de consumo 802.11ax para la banda de 6 GHz (Ver Figura 13-1).

**Figura 13-1. Metodología para estimar el excedente del consumidor como resultado de las ventas de Equipamiento de Wi-Fi en la banda de 6 GHz**



Fuente: Telecom Advisory Services

En base a la metodología presentada es posible estimar el excedente del consumidor en Chile generado por la venta de dispositivos Wi-Fi en la banda de 6 GHz entre el 2023 y el 2031. Para tal fin en primer lugar se procede a estimar el excedente del productor generado por dispositivos Wi-Fi por bandas diferentes a las de 6 GHz (ver cuadro 13-1)

**Cuadro 13-1. Excedente del productor como resultado de las ventas de Equipamiento de Wi-Fi de dispositivos fuera de la banda de 6 GHz en Chile (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Altavoces inalámbricos	\$1,150.94								
(2) Sistemas de seguridad en el hogar	\$73.34								
(3) Dispositivos domésticos	\$115.56								
(4) Puntos de acceso	\$50.01								
(5) Adaptadores externos	\$0.98								
(6) Enrutadores	\$27.46								
(7) Gateways	\$27.46								
(8) Margen del productor	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%
(9) Excedente del productor (US\$ millones)	\$570.21	\$563.13	\$545.66	\$510.13	\$449.49	\$354.20	\$211.30	\$3.18	\$3.36

Fuente: ABI; CSI; análisis Telecom Advisory Services.

Luego, para estimar las ventas atribuibles a la banda de 6 GHz del valor que corresponde a las otras bandas de uso de Wi-Fi, seguiremos las previsiones proporcionadas por IDC sobre la evolución de los envíos de dispositivos de consumo 802.11ax para la banda de 6 GHz. Así es como al excedente del productor del equipamiento fuera de la banda de 6 GHz estimada en el cuadro 13-1, se la aplica la relación entre envíos globales en banda de 6 GHz/envíos globales sin banda de 6GHz, para llegar al excedente del consumidor (ver cuadro 13-2).

**Cuadro 13-2. Excedente del consumidor como resultado de las ventas de Equipamiento de Wi-Fi de dispositivos en la banda de 6 GHz (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Excedente del productor (US\$ millones)	\$570.21	\$563.13	\$545.66	\$510.13	\$449.49	\$354.20	\$211.30	\$3.18	\$3.36
(2) Relación envíos globales en banda de 6 GHz/sin banda de 6 GHz	19%	29%	40%	58%	90%	154%	349%	31321%	31321%
(3) Excedente del consumidor (US\$ millones)	\$106	\$163	\$220	\$298	\$403	\$545	\$737	\$997	\$1,052

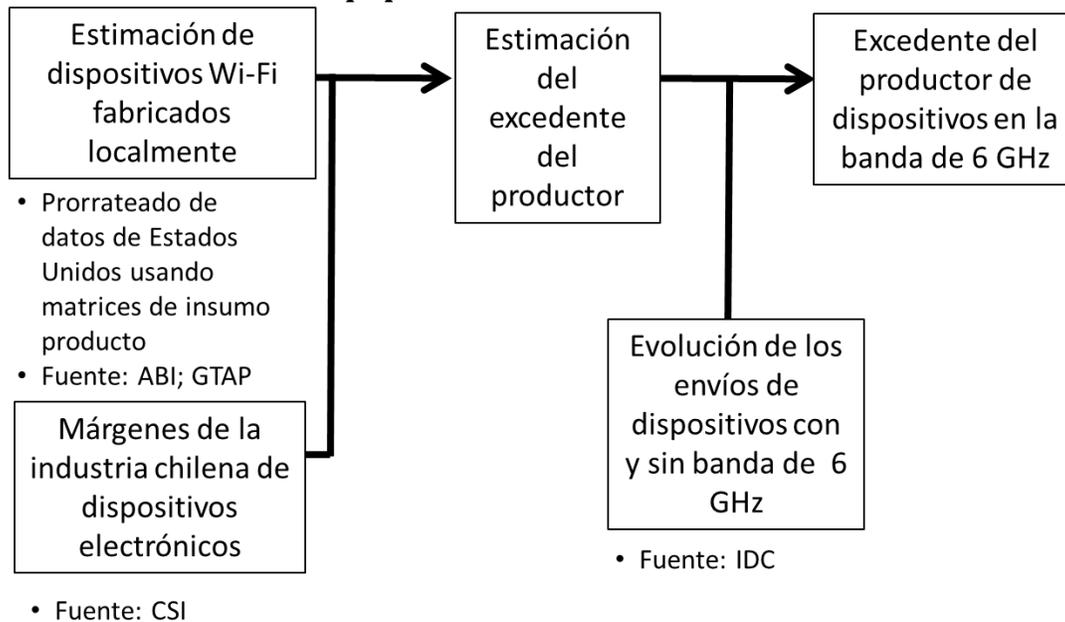
Fuente: ABI; CSI; IDC; análisis Telecom Advisory Services.

El impacto total acumulado del excedente del consumidor entre 2023-2031 por este efecto asciende a US\$ 4.5 mil millones.

### 13.2 Aumento del excedente de productores por Equipamiento de Wi-Fi en la banda de 6 GHz

La estimación del valor económico comienza compilando las ventas de los fabricantes globales para cada categoría de producto en Chile. En este caso lo que se busca estimar es la producción local en lugar de las ventas como se hizo en la sección previa, para tal fin se han interpolando datos del mercado de Estados Unidos, y asumiendo una brecha de producción entre ambos países en base a lo que marca la brecha de producción de productos electrónicos de la comparación de las matrices de Insumo/Producto de ambos países. Después de eso, aplicamos el margen prorrateado estimado por los mercados de CSI que arroja un excedente del productor estimado para estos productos en particular del 39.44%. Como este análisis se realiza para el mercado total de dispositivos Wi-Fi, para diferenciar el valor correspondiente a la banda de 6 GHz, del valor que corresponde a las otras bandas de uso de Wi-Fi, seguiremos las previsiones proporcionadas por IDC sobre la evolución de los envíos de dispositivos de consumo 802.11ax para la banda de 6 GHz (Ver Figura 13-2).

**Figura 13-2. Metodología para estimar el excedente del productor como resultado de las ventas de Equipamiento de Wi-Fi en la banda de 6 GHz**



Fuente: Telecom Advisory Services

En base a la metodología presentada es posible estimar el excedente del productor en Chile generado por la venta de dispositivos Wi-Fi en la banda de 6 GHz entre el 2023 y el 2031. Para tal fin en primer lugar se procede a estimar el excedente del productor generado por dispositivos Wi-Fi por bandas diferentes a las de 6 GHz (ver cuadro 13-3).

**Cuadro 13-3. Excedente del productor como resultado de las ventas de Equipamiento de Wi-Fi de dispositivos fabricados en Chile fuera de la banda de 6 GHz (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(1) Altavoces inalámbricos	\$0.120								
(2) Sistemas de seguridad en el hogar	\$0.008								
(3) Dispositivos domésticos	\$0.012								
(4) Puntos de acceso	\$0.000								
(5) Adaptadores externos	\$0.000								
(6) Enrutadores	\$0.000								
(7) Gateways	\$0.000								
(8) Margen del productor	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%	39.44%
(9) Excedente del productor (US\$ millones)	\$0.055	\$0.054	\$0.053	\$0.049	\$0.043	\$0.034	\$0.020	\$0.000	\$0.000

Fuente: ABI; CSI; análisis Telecom Advisory Services.

Luego, para estimar las ventas atribuibles a la banda de 6 GHz del valor que corresponde a las otras bandas de uso de Wi-Fi, seguiremos las previsiones proporcionadas por IDC sobre la evolución de los envíos de dispositivos de consumo 802.11ax para la banda de 6 GHz, ajustados por un descuento en el 2021 y el 2022 por el impacto del COVID sobre las ventas de dispositivos. Así es como al excedente del productor del equipamiento fuera de la banda de 6 GHz estimada en el cuadro 13-3, se la aplica la relación entre envíos globales en banda de 6 GHz/envíos globales sin banda de 6GHz, para llegar al excedente del productor (ver cuadro 13-4).

**Cuadro 13-4. Excedente del productor como resultado de las ventas de Equipamiento de Wi-Fi de dispositivos en la banda de 6 GHz fabricados en Chile (2023-2031)**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
(10) Excedente del productor (US\$ millones)	\$0.055	\$0.054	\$0.053	\$0.049	\$0.043	\$0.034	\$0.020	\$0.000	\$0.000
(11) Relación envíos globales en banda de 6 GHz/sin banda de 6 GHz	19%	29%	40%	58%	90%	154%	349%	31321%	31321%
(12) Excedente del productor (US\$ millones)	\$0.010	\$0.016	\$0.021	\$0.029	\$0.039	\$0.053	\$0.071	\$0.097	\$0.102

Fuente: ABI; CSI; IDC; análisis Telecom Advisory Services.

El impacto total acumulado del excedente del productor entre 2023-2031 por este efecto asciende a US\$ 0.437 millones.

## 14. VALOR ECONÓMICO DE USO PARCIAL DE LA BANDA DE 6 GHZ PARA IMT

Para estimar el valor económico correspondiente a la asignación parcial de la banda de 6 GHz para IMT, es necesario en primer lugar identificar la porción de espectro que se destinaría para tal fin. Para ello, se tomará en cuenta la recomendación de la industria móvil, que sugiere que los 700 MHz de la franja alta de esa banda (6425-7125 MHz) se destinen para uso licenciado de 5G (GSMA, 2022a). La posición de la industria móvil deja abierta la posibilidad de que los 500 MHz inferiores sean atribuidos a uso no licenciado.

A efectos de identificar el valor económico de la asignación parcial de la banda 6 GHz para IMT, se procederá a realizar un análisis similar al efectuado para Wi-Fi, contemplando los mismos segmentos de generación de valor, como se detalla en el Cuadro 14-1.

**Cuadro 14-1. Fuentes de valor económico asociadas a asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**

Segmento	Fuente de valor	Descripción
Contribución al PIB	Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	Se toma como referencia el impacto en el PIB estimado por GSMA
	Aumento de la velocidad de banda ancha	
	Despliegue de soluciones de AR/VR	
	Despliegue amplio de Internet de las Cosas	
	Despliegue de Wi-Fi municipal	
	Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	
Excedente del Productor	Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países	No se asume efecto
	Despliegue de soluciones de AR/VR	Se requiere estimar efecto
	Despliegue amplio de Internet de las Cosas	Se requiere estimar efecto
	Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas	No se asume efecto
	Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular	No se asume efecto
	Equipamiento residencial	No se asume efecto
Excedente del Consumidor	Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	No se asume efecto
	Aumento de la velocidad de banda ancha	Se requiere estimar efecto
	Despliegue de Wi-Fi municipal	No se asume efecto
	Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	No se asume efecto
	Equipamiento residencial	Se requiere estimar efecto

Fuente: Telecom Advisory Services

Todas las potenciales fuentes de impacto en el PIB se asumen incluidas en las estimaciones hechas por GSMA (2022b), que estima que a nivel mundial la asignación de 2000 MHz en bandas medias para 5G generará un efecto en la economía equivalente a US\$ 611 mil millones en 2030 (US\$ 41 mil millones en América Latina).<sup>77</sup> De esos valores se interpolará el efecto correspondiente para Chile.

En cuanto a las fuentes de valor asociadas al Excedente del Productor, claramente debe estimarse el impacto asociado Realidad Virtual y Realidad Aumentada, y a Internet de las Cosas. En ambos casos, si se asume que una porción de la industria local de equipamiento y

<sup>77</sup> GSMA (2022). *6 GHz in the 5G Era*. Global Insights on 5925-7125 MHz. July 2022

de software puede atribuirse a Wi-Fi, también debe asumirse que otra parte del mismo puede atribuirse a 5G, y en particular, a la asignación parcial de la banda de 6 GHz para este fin. Por otra parte, no se asume excedente del productor asociado al alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países, porque tal fuente de valor consistía en apalancar los menores precios asociados a equipos en el caso de países que han seguido el modelo de Estados Unidos y Corea de asignar la banda completa para uso no licenciado. Asimismo, tampoco se asume valor económico asociado a la reducción de costos de telecomunicaciones en las empresas dado que tal segmento se asociaba al uso de Wi-Fi en lugar del pago por uso de datos móviles. Tampoco en el caso del aumento de la capacidad de enrutamiento del tráfico celular, dado que tal funcionalidad se explicaba por la utilización de Wi-Fi para ello. Finalmente, el rubro de equipamiento tampoco se considera dado que no consta producción local de smartphones en Chile.

Con respecto a las fuentes de valor vinculadas al Excedente del Consumidor, claramente los aumentos de velocidad de 5G atribuibles a la asignación de espectro adicional generarán un valor para los consumidores que debe ser considerado, de igual forma que la adquisición de smartphones aptos para el uso de 5G en la banda de 6 GHz generará valor para los usuarios en la medida que su disposición a pagar por ellos esté por encima del costo. Por otra parte, no se asume efecto en lo que respecta a aumentos de cobertura, dado que el 5G se asume que no estará disponible en áreas rurales en el período considerado, y naturalmente tampoco se atribuye efecto económico asociado a los puntos de conexión gratuitos o de carácter municipales, dado que éstos utilizan principalmente la tecnología de Wi-Fi, que cuenta con la ventaja de poder conectar a más usuarios de forma simultánea.

A continuación, se analizan una por una las fuentes de valor identificadas en el Cuadro 14-1.

#### **14.1 Impacto en el PIB de asignar parcialmente la banda de 6 GHz para 5G**

GSMA (2022b) estima que hacia 2030 una asignación idónea de espectro en las bandas medias para IMT (consistente en 2000 MHz) permitirá generar un impacto en el PIB de US\$ 41 mil millones en América Latina. La mayor parte de ese impacto se concentra, naturalmente, en las economías más grandes de la región: Brasil, México y Argentina (US\$ 27.5 mil millones). Para el resto de la región, se atribuye un impacto en el PIB de US\$ 13.5 mil millones, sin especificar que porción se atribuye a cada país. Prorrataando por el peso en el PIB, es posible asumir que el impacto económico para Chile se situaría en torno a US\$ 2.06 mil millones. Tal cifra puede extrapolarse para los restantes años del período de análisis, tomando en cuenta que GSMA considera que el impacto en el PIB atribuible a bandas medias para 5G crecerá a una tasa compuesta anual de 16%.

Tal valor estimado, sin embargo, consiste en la asignación de 2000 MHz de espectro para 5G en bandas medias. Es por lo tanto un error atribuir todo ese valor a la asignación de 700 MHz en la banda 6 GHz. Prorrataando ese valor por la porción de espectro a asignar sobre ese total simulado, es dable asumir que en el año 2030 la asignación parcial de la banda de 6 GHz para IMT generará un impacto en el PIB chileno del orden de US\$ 0.72 mil millones (Cuadro 14-2).

**Cuadro 14-2. Impacto en el PIB chileno asociado a la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Impacto global de asignar 2,000 MHz de bandas medias para 5G	\$ 216.00	\$ 274.00	\$ 322.00	\$ 364.00	\$ 408.00	\$ 461.00	\$ 525.00	\$ 611.00	\$ 708.85
Impacto en América Latina	\$ 14.49	\$ 18.39	\$ 21.61	\$ 24.43	\$ 27.38	\$ 30.93	\$ 35.23	\$ 41.00	\$ 47.57
Impacto en América Latina (excluyendo Argentina, Brasil, y México)	\$ 4.78	\$ 6.07	\$ 7.13	\$ 8.06	\$ 9.03	\$ 10.21	\$ 11.63	\$ 13.53	\$ 15.70
Peso de Chile en América Latina (excluyendo Argentina, Brasil, y México)	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%
Impacto en Chile de asignar 2,000 MHz de bandas medias para 5G	\$ 0.73	\$ 0.92	\$ 1.08	\$ 1.23	\$ 1.37	\$ 1.55	\$ 1.77	\$ 2.06	\$ 2.39
Impacto en Chile de asignar 700 MHz de bandas medias para 5G	\$ 0.25	\$ 0.32	\$ 0.38	\$ 0.43	\$ 0.48	\$ 0.54	\$ 0.62	\$ 0.72	\$ 0.84

*Fuente: GSMA, Banco Mundial, análisis Telecom Advisory Services*

Considerando la totalidad del período bajo análisis (2023-2031), la suma del impacto en el PIB asciende a US\$ 4.6 mil millones en Chile. Tal estimación puede considerarse optimista para el impacto de la banda 6 GHz, dado que atribuye un valor significativo a la misma en los años iniciales del período, cuando el despliegue de 5G será una realidad aún sin la atribución de este espectro, y sin enfrentar cuellos de botella asociados a la disponibilidad de este recurso como se espera que ocurra en años posteriores.

#### **14.2. Impacto en Excedente del Consumidor asociado a las mayores velocidades generadas a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**

El punto de partida de este análisis surge de las proyecciones de velocidades medias de 5G de GSMA (2022a), que estiman que las mismas convergerán a 80 Mbps hacia 2030 en caso de asignación parcial de la banda 6 GHz para IMT, mientras que en ausencia de tal asignación se situarán en torno a 54 Mbps en el mismo período.

Se calcula la velocidad promedio de las conexiones móviles en ambos escenarios (con asignación parcial de banda de 6 GHz para 5G, y sin ella), y se calcula la voluntad de pago de los consumidores en cada caso, siendo la diferencia el excedente del consumidor que puede atribuirse a asignar esta porción de espectro para IMT (Cuadro 14-3).<sup>78</sup>

<sup>78</sup> De forma conservadora, se asume que los precios de los servicios móviles no variarían ante el caso de mayor velocidad ofrecida.

**Cuadro 14-3. Impacto en Excedente del Consumidor asociado a las mayores velocidades generadas a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Conexiones LTE (%)	72.2%	75.2%	73.7%	72.3%	70.9%	69.5%	68.2%	66.9%	65.6%
Conexiones 5G (%)	0.5%	1.8%	4.9%	7.76%	10.54%	13.20%	15.74%	18.17%	20.50%
Conexiones 3G o anteriores (%)	27.4%	23.1%	21.5%	20.0%	18.6%	17.3%	16.1%	15.0%	13.9%
Total conexiones	23,984,454	25,267,134	25,875,091	26,385,099	26,811,122	27,165,745	27,460,087	27,703,819	27,905,250
Velocidad redes 3G	7	7.0	7.0	7.3	7.5	7.7	7.7	7.8	7.8
Velocidad redes 4G	35.3	35.3	35.3	36.8	37.8	38.7	39.0	39.2	39.2
Velocidad 5G sin asignación de 6 GHz	40	40	40	43	48	50	53	54	54
Velocidad 5G con asignación parcial de 6 GHz	72	72	72	75	77	79	79.5	80	80
Velocidad media sin asignación de 6 GHz	27.58	28.86	29.46	31.37	33.21	34.85	36.16	37.20	37.87
Velocidad media con asignación parcial de 6 GHz	27.73	29.44	31.01	33.85	36.27	38.68	40.33	41.93	43.20
Demanda sin asignación de 6 GHz	\$ 64.93	\$ 65.18	\$ 65.04	\$ 65.53	\$ 65.93	\$ 66.18	\$ 66.27	\$ 66.23	\$ 66.03
Demanda con asignación parcial de 6 GHz	\$ 65.02	\$ 65.47	\$ 65.81	\$ 66.67	\$ 67.23	\$ 67.72	\$ 67.86	\$ 67.96	\$ 67.93
Excedente del consumidor anual adicional	\$ 0.99	\$ 3.58	\$ 9.25	\$ 13.63	\$ 15.64	\$ 18.38	\$ 19.13	\$ 20.81	\$ 22.76
Usuarios únicos de internet móvil	14,537,591	14,723,840	14,882,542	15,037,016	15,186,051	15,327,954	15,470,517	15,614,040	15,758,894
Excedente del consumidor por aumento de velocidad (\$M)	\$ 14.44	\$ 52.76	\$ 137.63	\$ 204.94	\$ 237.56	\$ 281.80	\$ 295.96	\$ 324.89	\$ 358.67

Fuente: GSMA, análisis Telecom Advisory Services

De esta forma, el excedente del consumidor adicional anual por la mejora de velocidad se puede valorar en US\$ 22.76 dólares hacia 2031, que, multiplicado por la cantidad de usuarios únicos de internet móvil, genera un excedente de US\$ 359 millones para ese año. Sumando la totalidad del período (2023-2031), el excedente del consumidor por la mejora de velocidad asciende a US\$ 1.55 mil millones.

### **14.3. Impacto en Excedente del Productor asociado a la industria local de AR/VR generado a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**

En el capítulo 8 se analizó el efecto del excedente del productor asociado a la industria local de AR/VR, asumiendo que una porción del valor económico asociado a este segmento podía atribuirse a Wi-Fi. En este caso, asumimos que todo el valor económico no atribuible a Wi-Fi puede ser atribuido al segmento de redes móviles (esto es, a través de las tecnologías 4G y 5G).

Partiendo de las ventas totales de AR/VR en Chile, se calcula el porcentaje atribuible al segmento móvil, que comienza en niveles cercanos a la mitad en 2023 hasta ascender a la práctica totalidad sobre el final del período. Considerando el peso de las redes 5G en el total del segmento móvil, se calcula que sobre el final del período analizado un 23.4% del valor económico de esta industria puede atribuirse a esta tecnología. Aplicando las ratios de producción local y los márgenes (de forma análoga al análisis hecho en el capítulo 8 para Wi-Fi), es posible estimar el excedente del productor atribuible a 5G. Sin embargo, es necesario considerar solo la parte de éste que puede atribuirse a la asignación de 700 MHz de la banda de 6 GHz para 5G. Como proxy de tal porcentaje, se toman en cuenta las estimaciones de GSMA (2022b), que estima que a nivel mundial el impacto de 5G en la economía será de US\$ 961 mil millones, de los cuáles US\$ 611 mil millones pueden atribuirse a la asignación de 2000 MHz en bandas medias. Prorrateando el valor atribuido a bandas medias, la asignación de 700 MHz generaría US\$ 213.8 mil millones, lo que representa un 22.1% del valor económico total generado por el 5G. Este porcentaje se aplica al excedente del productor de la industria de AR/VR para estimar el valor correspondiente atribuible a la asignación parcial de la banda de 6 GHz (Cuadro 14-4).

**Cuadro 14-4. Impacto en Excedente del Productor asociado a la industria local de AR/VR generado a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ventas de AR/VR - Hardware (\$ Mil millones)	\$ 0.04	\$ 0.07	\$ 0.11	\$ 0.17	\$ 0.27	\$ 0.43	\$ 0.67	\$ 1.03	\$ 1.61
Ventas de AR/VR - Software, Contenidos, Servicios (\$ Mil millones)	\$ 0.21	\$ 0.31	\$ 0.45	\$ 0.60	\$ 0.76	\$ 0.93	\$ 1.09	\$ 1.24	\$ 1.42
Ventas totales de AR/VR (\$ Mil millones)	\$ 0.25	\$ 0.38	\$ 0.56	\$ 0.77	\$ 1.03	\$ 1.35	\$ 1.76	\$ 2.28	\$ 3.03
Atribuible a Wi-Fi (%)	49.9%	44.7%	48.6%	29.3%	21.8%	14.3%	9.3%	4.3%	1.6%
Atribuible a redes móvil (4G + 5G) (%)	50.1%	55.3%	51.4%	70.7%	78.2%	85.7%	90.7%	95.7%	98.4%
Porcentaje de 5G en (4G+5G)	0.6%	2.3%	6.2%	9.7%	12.9%	16.0%	18.8%	21.4%	23.8%
Atribuible a 5G (%)	0.3%	1.3%	3.2%	6.9%	10.1%	13.7%	17.0%	20.4%	23.4%
Atribuible a 5G (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.02	\$ 0.05	\$ 0.10	\$ 0.18	\$ 0.30	\$ 0.47	\$ 0.71
Porcentaje de producción local – Hardware (%)	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%
Porcentaje de producción local - Software, Contenidos, Servicios (%)	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%
Márgenes – HW (%)	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%
Márgenes – SW (%)	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%
Excedente del Productor – HW (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.03
Excedente del Productor –SW (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.04	\$ 0.06	\$ 0.09	\$ 0.12	\$ 0.15
Excedente del Productor – Total (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.04	\$ 0.06	\$ 0.09	\$ 0.13	\$ 0.18
Peso de 700 MHz en banda de 6 GHz sobre el impacto económico total de 5G (%)	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%
Excedente del Productor por la asignación parcial de 6 GHz para 5G (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.03	\$ 0.04

Fuente: Telecom Advisory Services

De esta forma, el excedente del productor atribuible al efecto de la banda de 6 GHz para 5G en la producción local de AR/VR acumulado durante el período 2023-2031 asciende a US\$ 0.119 mil millones.<sup>79</sup>

#### 14.4. Impacto en Excedente del Productor asociado a la industria local de IoT generado a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G

El análisis del excedente del productor asociado a la industria de IoT se realiza de forma similar al del caso de AR/VR. Se calcula el excedente del productor total, del cual se asume que un 23.4% puede atribuirse a 5G hacia el año 2031. Del total atribuible a 5G, un 22.1% se asume que puede corresponderse con la asignación de 700 MHz en la banda de 6 GHz. De esta forma, el valor acumulado durante el período 2023-2031 asciende a US\$ 0.08 mil millones (Cuadro 14-5).

**Cuadro 14-5. Impacto en Excedente del Productor asociado a la industria local de IoT generado a partir de la asignación parcial de la banda 6 GHz para 5G**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ventas de IoT - Hardware (\$ Mil millones)	\$ 0.11	\$ 0.14	\$ 0.19	\$ 0.24	\$ 0.31	\$ 0.40	\$ 0.52	\$ 0.68	\$ 0.88
Ventas de IoT - Software, Contenidos, Servicios (\$ Mil millones)	\$ 0.14	\$ 0.18	\$ 0.24	\$ 0.30	\$ 0.39	\$ 0.51	\$ 0.66	\$ 0.86	\$ 1.12
Porcentaje de producción local - Hardware (%)	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%	18.7%
Porcentaje de producción local - Software, Contenidos, Servicios (%)	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%
Márgenes - HW (%)	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%
Márgenes - SW (%)	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%
Excedente del Productor - HW (\$ Mil millones)	\$ 0.01	\$ 0.01	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.03	\$ 0.04	\$ 0.05	\$ 0.06
Excedente del Productor -SW (\$ Mil millones)	\$ 0.07	\$ 0.08	\$ 0.11	\$ 0.14	\$ 0.18	\$ 0.24	\$ 0.31	\$ 0.40	\$ 0.52
Total (\$ Mil millones)	\$ 0.08	\$ 0.10	\$ 0.12	\$ 0.16	\$ 0.20	\$ 0.27	\$ 0.35	\$ 0.45	\$ 0.58
Atribuible a 5G (%)	0.3%	1.3%	3.2%	6.9%	10.1%	13.7%	17.0%	20.4%	23.4%
Total atribuible a 5G (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.04	\$ 0.06	\$ 0.09	\$ 0.14
Peso de 700 MHz en banda de 6 GHz sobre el impacto económico total de 5G (%)	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%
Excedente del Productor por la asignación parcial de 6 GHz para 5G (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.03

Fuente: Telecom Advisory Services

<sup>79</sup> Se realizó un análisis de sensibilidad, haciendo progresar hasta 50% el porcentaje de valor atribuible a 5G en 2031, y asumiendo en 30% que el peso de los 700 MHz en el impacto económico de 5G, dando como resultado acumulado un excedente total mayor al estimado (US\$ 231 millones), que, sin embargo, no altera las principales conclusiones arribadas en este apartado.

#### 14.5. Impacto en Excedente del Consumidor asociado a la compra de smartphones habilitados para el uso de 5G en la banda 6 GHz

Según Statista, las ventas de smartphones en Chile pueden valorarse en US\$ 1.74 mil millones en 2023, y se espera que crezcan a una tasa compuesta anual promedio de 0.39%. De esta forma, es posible proyectar que las ventas alcanzarán US\$ 1.80 mil millones en 2031. Aplicando los ratios similares que los utilizados para el caso de las tabletas en el capítulo 13, es dable asumir que la disposición a pagar de los usuarios es 1.15 veces superior a los precios, de donde se desprende que ésta tomaría un valor de US\$ 2.06 mil millones en 2031. La diferencia entre disposición a pagar y lo pagado equivale al excedente del consumidor, que ascendería de US\$ 0.27 mil millones sobre el final del período. Tal valor debe ser prorrateado entre las nuevas conexiones de 4G y de 5G, y dentro de éstas últimas, se asume que el 22.1% puede atribuirse a terminales habilitadas para el uso de la banda de 6 GHz en 5G (Cuadro 14-6).

**Cuadro 14-6. Impacto en Excedente del Consumidor asociado a la compra de smartphones habilitados para el uso de 5G en la banda 6 GHz**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ventas de smartphones (\$ Mil millones)	\$ 1.74	\$ 1.75	\$ 1.75	\$ 1.76	\$ 1.77	\$ 1.77	\$ 1.78	\$ 1.79	\$ 1.80
Disposición a pagar (\$ Mil millones)	\$ 2.00	\$ 2.01	\$ 2.02	\$ 2.02	\$ 2.03	\$ 2.04	\$ 2.05	\$ 2.05	\$ 2.06
Excedente del Consumidor (\$ Mil millones)	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.27	\$ 0.27	\$ 0.27
Nuevas conexiones 4G	1,907,785	1,676,272	81,691	674	0	0	0	0	0
Nuevas conexiones 5G	112,727	342,081	800,134	792,795	778,458	759,197	736,661	712,124	686,552
Excedente del consumidor smartphones 4G (\$ Mil millones)	\$ 0.25	\$ 0.22	\$ 0.02	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Excedente del consumidor smartphones 5G (\$ Mil millones)	\$ 0.01	\$ 0.04	\$ 0.24	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.27	\$ 0.27	\$ 0.27
Peso de 700 MHz en banda de 6 GHz sobre el impacto económico total de 5G (%)	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%	22.1%
Excedente del consumidor smartphones 5G – atribuible a banda 6 GHz (\$ Mil millones)	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.05	\$ 0.06	\$ 0.06	\$ 0.06	\$ 0.06	\$ 0.06	\$ 0.06

Fuente: Telecom Advisory Services

De esta forma, la suma acumulada del excedente del consumidor atribuible a smartphones que utilizan la banda de 6 GHz asciende a US\$ 0.416 mil millones durante el período considerado.

## 14.6. Potenciales recursos a obtenerse por concurso de espectro

Aunque no incluido en las tres categorías antes mencionadas (excedente del consumidor, del productor e impacto en el PIB), es importante tomar en cuenta que en caso de licitar 700 MHz de espectro para 5G, de tal concurso el Estado obtendría recursos, o los mismos se traducirían en inversiones en despliegue de redes, en caso de que la asignación se materialice a través de un mecanismo de *Beauty Contest*. En cualquiera de los dos casos, se trata de montos relevantes que, si bien se apartan de la comparación directa entre ambas alternativas posibles (dado que no se está contemplando inversión en equipos e infraestructura para el caso no licenciado) podría argumentarse que corresponden sumarse al valor económico en caso de que constituyan montos relevantes.

Para tomar en cuenta la magnitud de tal importe, se considera la última subasta de espectro llevada a cabo en Chile para bandas medias, entendiéndose esta como la referencia más precisa para estimar el valor económico a generarse por un hipotético concurso de los 700 MHz de la banda de 6 GHz para IMT.

El pasado mes de febrero de 2021, el país llevó a cabo un paquete de subastas de espectro para el despliegue de redes 5G, que incluyó porciones de la banda de 3.5 GHz<sup>80</sup>. Telefónica, Entel y WOM resultaron ganadores de porciones en este espectro. Telefónica obtuvo 50 MHz en el espectro de 3.5 GHz, por lo cual ofreció una cantidad equivalente a 163 millones de dólares. En segundo lugar, se ubicó Entel, obteniendo 50 MHz por 139 millones de dólares, mientras que en tercer lugar WOM consiguió hacerse de 50 MHz por 45 millones de dólares. No resultaron adjudicadas ni Borealnet ni América Móvil. En total, se han recaudado 347 millones de dólares por una cantidad de 150 MHz de espectro (Cuadro 14-7).

**Cuadro 14-7. Cálculo de potenciales recursos a obtenerse por concurso de espectro**

Concepto	Cantidad	Importe total (USD)	Importe por MHz (USD)
Espectro asignado a Telefónica	50 MHz	163,000,000	3,260,000
Espectro asignado a Entel	50 MHz	139,000,000	2,780,000
Espectro asignado a WOM	50 MHz	45,000,000	900,000
Total subasta 3.5 GHz	150 MHz	347,000,000	2,313,333
Extrapolación a hipotético concurso 6 GHz	700 MHz	1,619,333,333	2,313,333

Fuente: Subtel, análisis Telecom Advisory Services

Tomando como referencia tales niveles recaudados, asumiendo valores similares para el caso de la banda de 6 GHz, y ajustando por cantidad de espectro a licitar (700 MHz, en este caso), el importe económico resultante de un concurso de estas características ascendería a 1.6 billones de dólares.

Tales recursos podrían ser destinados a las arcas del estado (en caso de asignación por subasta) o invertirse en el despliegue de redes (si el concurso toma la forma de *Beauty*

<sup>80</sup> Subtel (2021): Licitación 5G recauda USD 453 millones en total para el Estado. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/licitacion-5g-recauda-usd-453-millones-en-total-para-el-estado/>

*Contest*, como ha ocurrido en Chile en el pasado). En este último caso, debería tenerse en cuenta que tal inversión en redes 5G generará indudablemente un impacto económico. Para calcular ello, se toma en cuenta un estudio llevado a cabo por Analysis Group para los Estados Unidos<sup>81</sup>, donde analizan el impacto de reasignar 400 MHz de bandas medias para el despliegue de 5G (se focalizan en en porciones de espectro comprendidas entre las frecuencias de 3.45 GHz y 4.2 GHz). Los autores concluyen que de materializarse tal asignación, los operadores móviles invertirán USD 154 billones en infraestructura 5G en los Estados Unidos durante un período de 7 años. Tal inversión, se estima que generará un impacto en el PIB del orden de los 274 billones, lo que sugiere un multiplicador de 1.78 con respecto a la inversión inicial.

Aplicando el multiplicador de Analysis Group (2019) a la inversión potencial en el caso de Chile (1.6 billones de dólares), el impacto en el PIB se situaría en torno a los 2.8 billones de dólares. Si bien es cierto que Analysis Group también estima la generación de nuevos empleos asociados a esta inversión, en este caso no correspondería contemplar tal efecto dado que no es está haciendo lo propio para el caso del impacto en el PIB generado por el uso no licenciado de la banda.

---

<sup>81</sup> Analysis Group (2019). *The Economic Impacts of Reallocating Mid-Band Spectrum to 5G in the United States*. February 2019.

## 15. CONCLUSIÓN

Al consolidar los resultados de los diferentes análisis, se concluye que la designación de la banda completa de 6 GHz para uso no licenciado en Chile generará un valor acumulado entre 2023 y 2031 equivalente a US\$ 45.18 mil millones, distribuido entre US\$ 32.89 mil millones en contribución al PIB, US\$ 3.52 mil millones en excedente del productor (lo que incluye márgenes para proveedores de tecnología chilenos, ahorro en gastos de telecomunicaciones para empresas, y ahorro en la inversión de capital de operadores celulares), y US\$ 8.78 mil millones en excedente del consumidor (beneficios para consumidores en términos de bajo costo por Mbps y velocidades de banda ancha más elevadas) (ver cuadro 14-1).

**Cuadro 14-1. Chile: Valor económico de la designación completa de la banda de 6 GHz para uso no licenciado (2023-2031) (en mil millones US\$)**

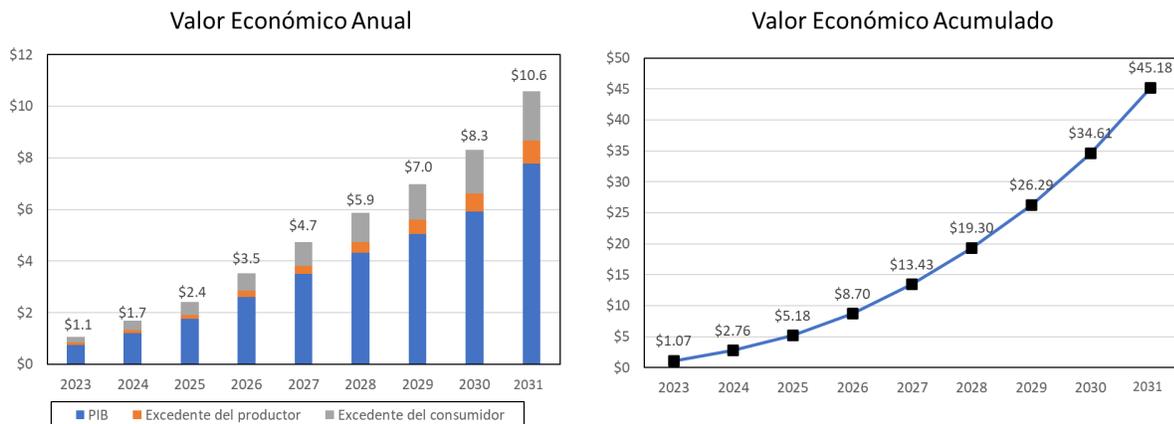
<b>Fuentes de Valor</b>	<b>Contribución al PIB</b>	<b>Excedente del Productor</b>	<b>Excedente del Consumidor</b>
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	Mejoramiento de la asequibilidad asociada con la provisión de servicio de banda ancha y aumento de la capacidad de compartición de líneas en el sector de WISP <b>\$ 0.803</b>		Aumento de velocidad a abonados de WISP <b>\$ 0.027</b>
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	Beneficio resultado de la eliminación de cuellos de botellas en conexiones de alta velocidad a partir del aumento de velocidad de Wi-Fi <b>\$ 20.211</b>		Excedente del consumidor resultado del aumento de velocidad de la banda ancha <b>\$ 3.895</b>
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	Derrame económico del Internet de las Cosas resultado de su despliegue en sectores de la economía chilena (p.e., alimenticia, logística, etc.) <b>\$ 6.568</b>	Márgenes de empresas del ecosistema (hardware, software y servicios) involucradas en el despliegue de IoT <b>\$ 1.147</b>	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		Reducción de costos de empresas en el uso de telecomunicaciones inalámbricas <b>\$ 0.117</b>	
Despliegue de soluciones de AR/VR	Derrame económico resultado del despliegue de AR/VR en la economía chilena <b>\$ 4.519</b>	Márgenes de empresas del ecosistema relacionado con la industria de AR/VR <b>\$ 1.539</b>	
Despliegue de Wi-Fi municipal	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha <b>\$ 0.187</b>		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad <b>\$ 0.008</b>

Fuentes de Valor	Contribución al PIB	Excedente del Productor	Excedente del Consumidor
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha <b>\$ 0.602</b>		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad <b>\$ 0.328</b>
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países		Beneficio relacionado con las economías de escala resultantes del alineamiento de Chile con otras naciones avanzadas (p.e., Estados Unidos y Corea del Sur) <b>\$ 0.068</b>	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		Reducción de la inversión de capital como resultado del enrutamiento de tráfico celular a puntos de acceso Wi-Fi <b>\$ 0.647</b>	
Equipamiento de Wi-Fi		Márgenes de empresas por la producción de equipamiento Wi-Fi <b>0.000</b>	Excedente del consumidor resultado del uso del equipamiento Wi-Fi <b>\$ 4.520</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 32.890</b>	<b>\$ 3.517</b>	<b>\$ 8.778</b>

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

El valor económico por año aumenta en el tiempo con un aceleramiento significativo hacia el final del periodo considerado debido a la capacidad de apalancamiento de la banda de 6 GHz (ver gráfico 14-1).

**Gráfico 14-1. Chile: Valor Económico de la designación 1200 MHz en la banda de 6 GHz (en US\$ mil millones)**



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

En cambio, en caso de designación parcial de la banda de 6 GHz para uso no licenciado en Chile, se generará un valor acumulado entre 2023 y 2031 equivalente a US\$ 22.82 mil millones, distribuido entre US\$ 14.21 mil millones en contribución al PIB, US\$ 2.73 mil millones en excedente del productor, y US\$ 5.88 mil millones en excedente del consumidor (ver cuadro 14-2).

**Cuadro 14-2. Chile: Valor económico de la designación parcial de la banda de 6 GHz para uso no licenciado (2023-2031) (en mil millones US\$)**

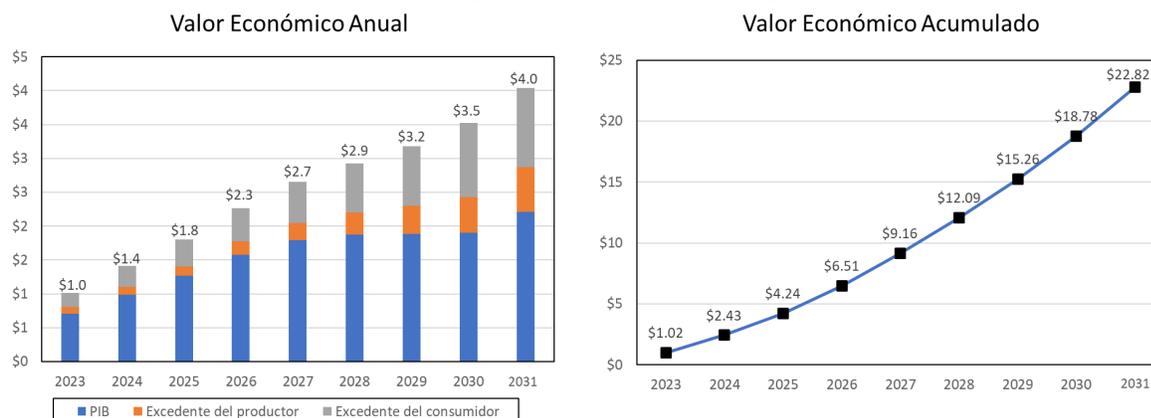
<b>Fuentes de Valor</b>	<b>Contribución al PIB</b>	<b>Excedente del Productor</b>	<b>Excedente del Consumidor</b>
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	Mejoramiento de la asequibilidad asociada con la provisión de servicio de banda ancha y aumento de la capacidad de compartición de líneas en el sector de WISP <b>\$ 0.772</b>		Aumento de velocidad a abonados de WISP <b>\$ 0.027</b>
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	Beneficio resultado de la eliminación de cuellos de botellas en conexiones de alta velocidad a partir del aumento de velocidad de Wi-Fi <b>\$ 3.742</b>		Excedente del consumidor resultado del aumento de velocidad de la banda ancha <b>\$ 1.000</b>
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	Derrame económico del Internet de las Cosas resultado de su despliegue en sectores de la economía chilena (p.e., alimenticia, logística, etc.) <b>\$ 6.568</b>	Márgenes de empresas del ecosistema (hardware, software y servicios) involucradas en el despliegue de IoT <b>\$ 1.147</b>	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		Reducción de costos de empresas en el uso de telecomunicaciones inalámbricas <b>\$ 0.117</b>	
Despliegue de soluciones de AR/VR	Derrame económico resultado del despliegue de AR/VR en la economía chilena <b>\$ 2.399</b>	Márgenes de empresas del ecosistema relacionado con la industria de AR/VR <b>\$ 0.816</b>	
Despliegue de Wi-Fi municipal	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha <b>\$ 0.170</b>		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad <b>\$ 0.008</b>
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha <b>\$ 0.558</b>		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad <b>\$ 0.327</b>

Fuentes de Valor	Contribución al PIB	Excedente del Productor	Excedente del Consumidor
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países		Beneficio relacionado con las economías de escala resultantes del alineamiento de Chile con otras naciones avanzadas (p.e., Estados Unidos y Corea del Sur) <b>\$ 0.000</b>	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		Reducción de la inversión de capital como resultado del enrutamiento de tráfico celular a puntos de acceso Wi-Fi <b>\$ 0.647</b>	
Equipamiento de Wi-Fi		Márgenes de empresas por la producción de equipamiento Wi-Fi <b>0.000</b>	Excedente del consumidor resultado del uso del equipamiento Wi-Fi <b>\$ 4.520</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 14.209</b>	<b>\$ 2.727</b>	<b>\$ 5.882</b>

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

El valor económico por año se modera con el paso del tiempo dado que la asignación parcial implica que surjan cuellos de botella hacia el final del periodo limitando la capacidad de apalancamiento de la banda de 6 GHz (ver gráfico 14-2).

**Gráfico 14-2. Chile: Valor Económico de la designación parcial de la banda de 6 GHz (en US\$ mil millones)**



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Por otra parte, el valor económico asociado a asignar 700 MHz de la banda de 6 GHz para 5G suma en total US\$ 6.75 mil millones durante el período 2023-2031, distribuidos en US\$ 4.58 de impacto en el PIB, US\$ 0.20 de excedente del productor y US\$ 1.97 de excedente del consumidor.

Finalmente, el Gráfico 14-3 compara las dos alternativas que están sujetas a debate en el ámbito local chileno, la de asignación completa de la banda 6 GHz para uso no licenciado, o

la asignación parcial para ambos fines (700 MHz para 5G y 500 MHz para uso no licenciado). De la comparativa se evidencia que el mayor valor económico se corresponde con la asignación total para uso no licenciado (US\$ 45.18 mil millones contra US\$ 29.57 mil millones).

**Gráfico 14-3. Chile: Comparativo de los diferentes escenarios con la banda de 6 GHz (en US\$ mil millones)**



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

A efectos de establecer una comparación directa entre categorías equivalentes, las cifras del Gráfico 14-3 no incorporan en el caso de asignación para IMT los recursos resultantes de la subasta de dicho espectro. Aún si estos fuesen considerados, en el mejor escenario (todo lo recaudado se vuelca a inversión en redes, considerando el efecto multiplicador), tal impacto ascendería a 2.8 billones de dólares en el segundo escenario, pasando de USD 29.57 a USD 32.37, lo que no cambia las conclusiones acerca de cuál sería la alternativa más conveniente.

Adicionalmente, corresponde mencionar la dificultad técnica que existe bajo este escenario que los operadores de IMT compartan las frecuencias asignadas con los operadores satelitales, lo que incluye limitaciones en términos de la altura de las antenas y su localización. Por ello, aun cuando en este trabajo se realiza un ejercicio de estimación los beneficios potenciales del futuro uso de la parte alta de la banda de 6 GHz para IMT para Chile, dichos beneficios se estarían sobreestimando de manera importante ya que, con la evidencia técnica existente, es un hecho que IMT interferiría significativamente con los titulares incumbentes en la banda. Esto implica además que, si se mantuvieran las distancias requeridas para la coexistencia basados en los estudios conocidos y discutidos en el WP5D, no quedaría mucha área urbana donde IMT podría implementarse, reduciendo significativamente los beneficios estimados en el presente trabajo para IMT en 6 GHz para Chile.<sup>82</sup>

<sup>82</sup> Una importante fuente de evidencia en materia de la factibilidad técnica futura del uso de la parte alta de la banda de 6 GHz para IMT comprende los estudios recibidos y discutidos en el marco del Grupo de Trabajo de la UIT WP5D. Dicho material se encuentra disponible (5D/1555 Anexos 4.15-4.20) y escapa del objeto de este

Como es fundamentado en este estudio, la designación de 1200 MHz en la banda de 6 GHz para uso libre comienza a generar un beneficio económico desde el primer momento a partir de la resolución de la congestión de enrutadores de Wi-Fi en el mercado residencial y del desarrollo y despliegue de múltiples casos de uso en el sector productivo. La alternativa, consistente en esperar hasta que los operadores de telecomunicaciones inalámbricas (IMT) tengan necesidad de acceder a espectro adicional en esta banda – pospone la creación de valor económico con el consiguiente costo de oportunidad para la economía chilena.

---

estudio presentar una revisión detallada de los mismos. En ese sentido, ya existen en la literatura documentos presentados en ese mismo Grupo donde se comparan los diferentes estudios, como el trabajo realizado por GSOA (Documento 5D/1646). Sin embargo, en resumen, los trabajos se pueden dividir en 3 tipos de estudios: 1 Enfocados en enlaces fijos FS (Anexo 4.18), 2. Enfocados en enlaces satelitales ascendentes FSS (Anexo 4.19) y 3. Enfocados en enlaces satelitales descendentes (Anexo 4.20).

## **BIBLIOGRAFIA**

ABI Research. *Augmented and Mixed Reality Market Data: devices, use cases, verticals and value chain*. MD-ARMR-103, QTR 4 2019

ABI Research, *Virtual Reality Market Data: devices, verticals, and value chain*. MD-VR-108, QTR 1 2020

ABRINT (2018). *Plano de modernização e expansão de acessos com implantação de redes FTTH*

Analysis Group (2019). *The Economic Impacts of Reallocating Mid-Band Spectrum to 5G in the United States*. February 2019.

ANATEL (2020). *Analise No 29/2020/CB*. Processo no 53500.012176/2019-58.

Benkler, Y. (2012). "Open wireless vs. licensed spectrum: evidence from market adoption". *Harvard Journal of Law & Technology*. Volume 26, Number 1 fall 2012

Blackman, J. (2020). "UK to release 6 GHz and 100 GHz spectrum for Wi-Fi in smart homes, offices, factories". *Enterprise IoT insights* (January, 27).

Bohlin, E. and Rohman, I. (2012). *Does Broadband Speed Really Matter for Driving Economic Growth? Investigating OECD Countries?* Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2034284> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2034284>. , 2013

Briglauer, W. and Gugler, K. (2018). *Go for Gigabit? First evidence on economic benefits of (Ultra-) Fast broadband technologies in Europe*. Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 18-020.

Calabrese, M. (2013). *Solving the "Spectrum Crunch": Unlicensed Spectrum on a High-Fiber Diet*. Washington, DC: Time Warner Cable Research program on Digital Communications.

Carew, D., Martin, N., Blumenthal, M., Armour, P., and Lastunen, J. (2018). *The potential economic value of unlicensed spectrum in the 5.9 GHz Frequency band: insights for allocation policy*. RAND Corporation (Rand study).

Carter, K. (2006) "Policy Lessons From Personal Communications Services: Licensed Vs. Unlicensed Spectrum Access," *CommLaw Conspectus* 93

CGI.br/NIC.br, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2019*

Cho Mu-Hyun (2020). "South Korea makes 6 GHz band available for Wi-Fi", *ZDNet* (October 16).

Cisco (2017). *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile data Traffic Forecast Update, 2016- 2021*. Retrieved from <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>.

Contreras, V. (2020). "Perú también aspira a liberar la banda de 6 GHz para Wi-Fi 6". *Digital Policy & Law* (6 de noviembre).

CSI Market Inc : *Industry Profitability ratios*;

CompTIA (2016). *Sizing up the Internet of Things*.

Cooper, M. (2011). *The consumer benefits of expanding shared used of unlicensed radio spectrum: Liberating Long-Term Spectrum Policy from Short-Term Thinking*. Washington DC: Consumer Federation of America.

Crawford, S. (2011). *The FCC's job and unlicensed spectrum – Waldman report*. Statement to the FCC.

DN Consultores (2020). *Situación del uso y acceso a Internet en Perú*. Lima: Tercer trimestre 2020.

Ebbecke, Ph. (2019). *Road to 6 GHz in Europe*. Presentation to WLPC Prague 2019

Exitosa (2020). *Cabinas de Internet solo podrían operar con la mitad de computadoras* (Octubre 5).

FCC ex parte notification from Apple Inc., Broadcom Inc., Facebook Inc., Google LLC, Hewlett Packard Enterprise, Intel Corp., Marvell Semiconductor Inc., Microsoft Corporation, Qualcomm Incorporated (July 2, 2019).

Ford, G. (2018). *Is Faster Better? Quantifying the Relationship between Broadband Speed and Economic Growth*. Phoenix Center Policy Bulletin No. 44.

Frontier Economics (2018). *The economic impact of IoT: putting numbers on a revolutionary technology*

Frost & Sullivan (2021). *Industrial Internet of Things (IoT) revenue in Brazil (2016-2021)*.

Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Modificación a la Resolución del 6 de Octubre de 2017*. Octubre 22, 2020.

Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Resolución 2844 Exenta Modifica Resolución N° 1.985 Exenta, de 2017*. Septiembre 14, 2022.

Grimes, A., Ren, C., and Stevens, P. (2009). *The need for speed: Impacts of Internet Connectivity on Firm Productivity*. MOTU Working Paper 09-15.

GSMA (2022a): 6 GHz in the 5G Era. Global Insights on 5925-7125 MHz. July 2022

GSMA (2022b). The Socio-Economic Benefits of Mid-Band 5G Services. February 2022  
Hausman, J. (1997). *Valuing the Effect of Regulation on New Services in Telecommunications*. Brookings Papers on Economic Activity, Economic Studies Program, 28(1997-1), pp. 1- 54.

Hazlett, T. (2005). "Spectrum Tragedies - Avoiding a Tragedy of the Telecommons: Finding the Right Property Rights Regime for Telecommunications" *22 Yale Journal on Regulation*

Hetting, C. (2019). "Europe's process to release 6 GHz spectrum to Wi-Fi on track, expert says", *Wi-Fi Now* (June, 2).

Hetting, C. (2020). "EU and CEPT countries 'highly likely' to release 6 GHz to Wi-Fi in early 2021, expert says". *Wi-Fi Now* (October 21).

Hetting, C. (2020). "South Korea could become Asia's first 6 GHz nation". *Wi-Fi News* (June, 27).

Katz, R. (2014a). *Assessment of the economic value of unlicensed spectrum in the United States*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved from: [wififorward.org/resources](http://wififorward.org/resources)

Katz, R. (2014b). *Assessment of the future economic value of unlicensed spectrum in the United States*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved from: [wififorward.org/resources](http://wififorward.org/resources)

Katz, R. (2018). *A 2017 assessment of the current and future economic value of unlicensed spectrum*. Washington, DC: Wi-Fi Forward. Retrieved from: [wififorward.org/resources](http://wififorward.org/resources)

Katz, R. and Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation: Econometric modelling for the Americas*. Geneva: International Telecommunication Union. Retrieved from: <http://handle.itu.int/11.1002/pub/81377c7f-en>

Katz, R. (2018). *The global economic value of Wi-Fi 2018-2023*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved from: [wi.fi.org](http://wi.fi.org)

Katz, R. (2020). *Assessing the economic value of unlicensed use in the 5.9 GHz and 6 GHz bands*. Washington, DC: Wi-Fi Forward. Retrieved in: <http://wififorward.org/wp-content/uploads/2020/04/5.9-6.0-FINAL-for-distribution.pdf>.

Katz, R.; Jung, J. and Callorda, F. (2020a). "Can digitization mitigate the economic damage of a pandemic? Evidence from SARS". *Telecommunications Policy* 44, 102044.

Katz, R.; Jung, J. and Callorda, F. (2020b). *COVID-19 and the economic value of Wi-Fi*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved at: [https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/COVID-19\\_Economic\\_Value\\_Wi-Fi\\_202012.pdf](https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/COVID-19_Economic_Value_Wi-Fi_202012.pdf)

Katz, R. y Callorda, F. (2021). *Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6 GHz en México*. Dynamic Spectrum Alliance (Enero).

Katz, R. y Callorda, F. (2021). *Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6 GHz en Colombia*. Dynamic Spectrum Alliance (Enero).

Kongaut, Chatchai; Bohlin, Erik (2014). *Impact of broadband speed on economic outputs: An empirical study of OECD countries*, 25th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS), Brussels, Belgium, 22-25 June 2014,

Law 360 (2020). *DC Circuit won't block new FCC rules on 6 GHz for now* (October 1)

Liu, Y-H; Prince, J., and Wallsten, J. (2018). *Distinguishing bandwidth and latency in households' willingness-to-pay for broadband internet speed*.

Mack-Smith, D. (2006). *Next Generation Broadband in Scotland*. Edinburgh: SQW Limited).

Marcus, S. and Burns, J. (2013). *Study on Impact of Traffic off-loading and related technological trends on the demand for wireless broadband spectrum: a study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology*. Brussels: European Union

Margit, M. (2019). *How Augmented Reality is Transforming the Oil Industry*

Milgrom, P., Levin, J., & Eilat, A. (2011). *The case for unlicensed spectrum*. Stanford Institute for Economic Policy Research Discussion paper No. 10-036, p. 2. Retrieved from <https://web.stanford.edu/~jdlevin/Papers/UnlicensedSpectrum.pdf>.

Nevo, A., Turner, J., and Williams, J. (Mar. 2016). "Usage-based pricing and demand for residential broadband", *Econometrica*, vol. 84, No.2, p. 441-443.

Ofcom (2020). *Statement: improving spectrum access for wi-fi – spectrum use in the 5 and 6 GHz bands* (July 24).

Ofcom (2020). *Improving spectrum access for Wi-Fi*. London, p.21.

Oughton and Frias (2017). *Exploring the cost, coverage and rollout implications of 5G in Britain*

PWC (2019). *Seeing is believing: how virtual reality and augmented reality are transforming business and the economy*

Rohman, Bohlin, E. (2013). *Socio-economic effects of broadband speed*. Ericsson 3/221 01-FGB 101 00003.

Rosston, G., Savage, S. and Waldman, D. (2010), *Household demand for broadband internet service*. Available at [http://siepr.stanford.edu/system/files/shared/Household\\_demand\\_for\\_broadband.pdf](http://siepr.stanford.edu/system/files/shared/Household_demand_for_broadband.pdf).

Shieber, J. "Using augmented reality, Altoida is identifying the likely onset of neurodegenerative diseases", *Techcrunch*, May 30, 2019.

Shrieber, J. "Robotics, AR and VR are poised to reshape health-care, starting in the operating room". *Techcrunch*, February 21, 2019.

Stevenson, C. et al. (2009). "IEEE 802.22: The first cognitive radio wireless regional area network standard," *Communications Magazine IEEE* 47 (1): 131.

Suarez, M. (2020). *Unlicensed spectrum access in the 6 GHz band. Presentation to ANATEL*

Subtel (2021): Licitación 5G recauda USD 453 millones en total para el Estado. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/licitacion-5g-recauda-usd-453-millones-en-total-para-el-estado/>

Thanki, R. (2009). *The economic value generated by current and future allocations of unlicensed spectrum*. United Kingdom: Perspective Associates

Thanki, R. (2012). *The Economic Significance of License- Exempt Spectrum to the Future of the Internet*. London

Yonhap (2020). "Unlicensed frequency band to boost Wi-Fi speed, smart factory penetration: ministry", *The Korea Herald*, (June, 27).

WISPA (2020). *Letter to the FCC Commissioners* (March 5).