



PROPUESTA
ESTRATEGICA DEL
CONSEJO NACIONAL
DE INNOVACIÓN PARA
EL DESARROLLO:
**BANDA ANCHA DE
VISVIRI A CABO DE
HORNOS**

ENERO 2018



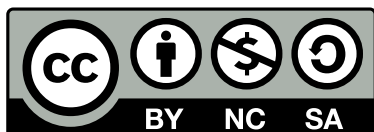
PROPUESTA
ESTRATEGICA DEL
CONSEJO NACIONAL DE
INNOVACIÓN PARA EL
DESARROLLO:
**BANDA ANCHA DE
VISVIRI A CABO DE
HORNOS**

ENERO 2018

Las opiniones de vertidas en este documento son de entera responsabilidad del CNID. Sin embargo, ello no habría sido posible sin los aportes de CORFO, SUBTEL y CPI, así como de las opiniones y puntos de vista de los integrantes de la Mesa de Banda Ancha organizada por el CNID, un importante espacio de diálogo que funcionó durante el año 2017. En particular, agradecemos los aportes de Edwin Rojas de CEPAL; Juan Rada consejero del CNID; Fernando Bustamante, empresario; Claudio Muñoz Zúñiga Pdte. de Telefónica; Lucas Sierra CEP; Aldo González, Académico Universidad de Chile; Manuel Araya, Entel; Rodrigo Ramírez, Subsecretario SUBTEL; Catalina Vera, asesora SUBTEL; Luis Eduardo Escobar, asesor CPI; Álvaro González, consultor; Pelayo Covarrubias, Director País Digital; Claudio Castro, Alcalde de Renca; Guillermo Ponce de VTR. Álvaro Díaz fue el profesional del CNID quien coordinó la Mesa de Banda ancha.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de
esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Esta licencia significa que no se permite un uso comercial de la
obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las
cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra
original. Usted debe darle crédito a esta obra de manera adecuada,
proporcionando un enlace a la licencia, e indicando si se han realizado
cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma
tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante.



ÍNDICE

I. RESUMEN EJECUTIVO	7
II. INTRODUCCIÓN	13
III. BANDA ANCHA, DESARROLLO Y MODERNIZACIÓN DEL ESTADO	17
1. Banda ancha para el desarrollo	18
2. Banda ancha y el sector público	25
IV. BANDA ANCHA: EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL	29
1. Evolución de la Banda ancha	31
2. Situación Actual (2016-2017)	32
3. La brecha con países de la OCDE	35
4. Brecha respecto a las necesidades futuras	36
V. EL DESAFÍO: BANDA ANCHA DE MUY ALTA VELOCIDAD	39
1. Una propuesta estratégica	39
2. Importancia estratégica de la Red Troncal	41
3. ¿Puede el sector privado abordar por sí sólo el desafío?	43
4. El modelo de inversión basado en la asociación público-privada (APP)	47
VI. LOS PRÓXIMOS PASOS	51
1. 2018	51
2. Años 2019-2020	53

I. RESUMEN EJECUTIVO

Esta propuesta del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, que a continuación se presenta, se basa en un conjunto de estudios financiados por el Fondo de Inversiones Estratégicas del Ministerio de Economía, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) y el Consejo de Políticas de Infraestructura (CPI). También se basa en los diálogos que se desarrollaron a lo largo de más de 15 sesiones de la Mesa de Banda ancha que incluyó un conjunto de expertos y profesionales de los sectores público, privado y de la academia.

1. Este documento profundiza una de las cinco propuestas estratégicas propuestas por el Consejo de Innovación para el Desarrollo (CNID) en la Estrategia Nacional de Innovación: “Ciencias, Tecnologías e Innovación para un nuevo Pacto de Desarrollo Sostenible e Inclusivo: Orientaciones estratégicas de cara a 2030 tras diez años de trayectoria”, entregada en mayo de 2017. La propuesta es que una alianza público-privada emprenda la construcción acelerada de una plataforma abierta y no discriminatoria que permita a los proveedores entregar servicios de telecomunicaciones a precios razonables para toda la población y las empresas de Chile, a lo largo y ancho del territorio del país. En concreto, se trata de una infraestructura de fibra óptica de alta velocidad y baja latencia, con características de alta redundancia, resiliencia y capilaridad territorial. Esto es porque Internet basado en Banda ancha de muy alta velocidad no es un lujo de país desarrollado sino una infraestructura crítica para el crecimiento, el progreso social, la modernización del sector público y el despliegue de las economías regionales. Nuestra propuesta es que Chile debe proponerse al 2030 ser uno de los países líderes en materia de desarrollo e inclusión digital.

Box 1

Una de las 5 Propuestas Estratégicas propuestas por el CNID: Banda ancha y Estado digital de Visviri a Cabo de Hornos

La infraestructura digital de Banda ancha y alta calidad no es lujo de país rico, sino una condición habilitante para el desarrollo y el bienestar de toda la población del país. Hoy es tan indispensable para el desarrollo como lo son las infraestructuras de energía, agua y de transporte. En efecto, el aumento de la productividad de los sectores tradicionales de la economía, la emergencia de nuevos sectores industriales y de servicios, así como la modernización del Estado para el siglo XXI y la conexión con el mundo en todas las áreas, requieren de una infraestructura de Banda ancha de alta velocidad, de alta calidad, de alta capilaridad y de gran resiliencia.

Chile ha dado pasos significativos en su desarrollo digital. Actualmente, casi la totalidad de los mayores de quince años usan teléfono móvil y más del 60% de los hogares tiene acceso a Internet (CEPAL, UIT), al igual que gran parte de las empresas. Sin embargo, más que nivelar la cancha de acceso a la información y al conocimiento, o permitir el despliegue de las capacidades creativas, o de aumentar la productividad de las pymes en Chile, Internet se ha consolidado como un bien de consumo usado preferentemente como fuente de entretenimiento y como plataforma de comunicación personal.

Ciertamente, no hay nada malo en estas manifestaciones, pero en Chile (al igual que en el resto de América Latina) adquieren proporciones desmesuradas (CEPAL, 2016). De esta forma, no solo se desperdicia el poder de transformación creciente que proporcionan estas tecnologías, sino que disminuyen los incentivos para que en el país se desarrollen las inversiones necesarias para aprovechar el enorme impacto que puede tener en nuestro bienestar colectivo un despliegue masivo de conectividad de Banda ancha. Si seguimos el actual rumbo de avance, las oportunidades y beneficios de este proceso se concentrarán en las familias de mayores ingresos y en las empresas más grandes. Con ello, el propio avance en el despliegue de Banda ancha se volverá más lento, pues no habrá suficiente tráfico para justificar las inversiones.

[...]

Actualmente, no disponemos de la infraestructura para aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la Internet de las cosas para los sistemas productivos y logísticos, la manufactura avanzada para la industria, las TIC para la agricultura de precisión y la telemedicina para la salud. Solo los hogares de mayores recursos y las grandes empresas están en condiciones de pagar servicios dedicados de alto estándar. El país corre el riesgo de desaprovechar las nuevas olas de profundas transformaciones que ocurrirán en el transcurso de las próximas décadas y de que se acrecienten las distancias entre grupos sociales y entre empresas. El acceso a una infraestructura digital de calidad, se perfila como uno de los pilares de la inclusión en el siglo XXI.

2. Una infraestructura robusta de Internet a muy alta velocidad desplegada por todo el territorio generará siete grandes consecuencias económicas. Primero, la diversificación de la matriz productiva al abrir posibilidades a nuevas industrias de bienes y servicios intensivos en tecnologías de información. Segundo, la elevación de la productividad en todos los sectores vía innovaciones de producto, de procesos y de modelos de negocios. Tercero, el despegue de las economías regionales y también la integración nacional al conectar a todo Chile. Cuarto, facilitar la modernización del sector público. Quinto, habilitar la conectividad y las aplicaciones que aumentarán la calidad de la investigación científico-tecnológica, la educación y la formación técnico-profesional. Sexto, establecer una base atractiva para nuevas oleadas de inversiones extranjeras intensivas en tecnología. Y no menos importante, facilitar la conexión y la integración de Chile con la región de América Latina y el mundo.

3. Para ello, la infraestructura de Banda ancha debe llegar a las regiones apartadas, a las comunas de bajos ingresos de las grandes ciudades, a los más de 400 poblados y pequeñas ciudades que no tienen acceso a Internet de alta velocidad, así como a las zonas rurales. Sin embargo, en un país marcado por catástrofes es crucial asegurar también la resiliencia de las redes y del acceso a Internet, lo que supone redundancia¹. Por ello, esta propuesta propone avanzar hacia una infraestructura de banda ancha de nuevo tipo que se orienta a superar las grandes disparidades de acceso que marcan a Chile, tanto por ingresos como entre territorios. La banda ancha que Chile requiere debe proveer el acceso universal seguro y a precios razonables a una Internet de muy alta velocidad.

1 Resiliencia y Redundancia: Para asegurar el funcionamiento continuo del servicio, la red debe estar preparada a eventuales cortes, fallas u otros imprevistos. Esto se define como resiliencia. Si hay un corte inesperado o malfuncionamiento de un trazado, los datos deben continuar fluyendo desde su origen a su destino ininterrumpidamente. El problema en Chile es que parte de sus redes troncales de fibra óptica ya tienen casi 20 años de antigüedad y se encuentran muy cercanos unos de otros, ya sea por ambos costados de la ruta 5 o separados entre la ruta 5 y la línea ferroviaria. Esto hace que este país, sujeto a permanentes inclemencias de la naturaleza, sea vulnerable a la continuidad operacional de su red de transmisión. Para asegurar la resiliencia es requiere que la topología de la red tenga anillos y líneas paralelas distantes. A esto se le llama redundancia. En muchos países ello no resulta difícil debido a geografía. Sin embargo, Chile es alargado y angosto, por lo que el diseño de una topología de red redundante no es trivial. Para tener trazados paralelos distantes, es necesario considerar tendidos submarinos cerca de la costa.

-
4. Para lograr una infraestructura robusta de telecomunicaciones que cumpla con los requisitos anteriores, se requiere invertir en una red de troncales y sub-troncales de fibra óptica a lo largo y ancho del territorio nacional. También se requiere invertir en los nodos de acceso y en la llamada “última milla”, incluyendo todas las inversiones de hardware y software para asegurar conectividad alámbrica e inalámbrica. Ahora bien, considerando las estimaciones de ANATEL y CChC, los requerimientos totales de inversión para la próxima década estarían situados entre US\$ 26.000 millones y US\$ 35.000 millones, lo que triplica en términos reales la inversión en telecomunicaciones de la década 2006-2015.

 5. Chile ha sido líder en la región en el desarrollo de las Telecomunicaciones, principalmente a través de la inversión privada que puede seguir liderando el desarrollo de este sector hacia el futuro. Es evidente también que se abren extraordinarias oportunidades por el aumento sostenido y exponencial de la demanda, que se multiplicará por 30 veces en los próximos 20 años. Sin embargo, la experiencia de los últimos 25 años no quiere decir que los próximos 25 años deban ser abordados de la misma forma. La pregunta central es ¿tienen los operadores los incentivos para financiar a su riesgo el despliegue de más de 24.000 km de fibra óptica en troncales y sub-troncales además las inversiones adicionales de última milla? Los antecedentes reunidos permiten responder que no en las actuales condiciones. En efecto, los operadores compiten bajo un modelo de “competencia en la cancha” o de competencia basada en inversión en infraestructura y servicios en forma conjunta, por lo que deben asumir todos los riesgos de mercado y tecnológicos, con plazos de maduración de inversiones sustantivamente menores a 30 años (< 7años). Del mismo modo, los recursos de capital de los operadores para inversiones en infraestructura, compiten con otras inversiones más rentables y de maduración más corta, como telefonía móvil, cloud computing, contenidos y aplicaciones, data centers y otros. Asimismo, no existen incentivos comerciales para invertir en redes redundantes y resilientes tales como fibra submarina, para así lograr mayor respaldo y seguridad a la red. Adicionalmente, la disposición a pagar de los nuevos hogares que se deben atender, es de menor cuantía que la demanda actual atendida y tiene un ciclo más largo de maduración, por lo cual hay pocos incentivos para el despliegue en zonas de menores ingresos y

baja densidad. Y no menos importante, los riesgos tecnológicos a 30 años son fuertemente castigados en las tasas de financiamiento del mercado de capitales para proyectos de inversión de los operadores.

6. Tomando como base los estudios financiados por el FIE y CORFO, así como contratados por SUBTEL, este documento propone el siguiente abordaje: la prioridad de política de infraestructura de banda ancha para los próximos años debe ser la red de troncales, sub-troncales y nodos de acceso. Esto asegurará velocidad, baja latencia, cobertura, resiliencia y redundancia, lo que es consistente con la aspiración a que Internet sea efectivamente considerada como una infraestructura crítica para el desarrollo del país. En materia de acceso, la prioridad en los próximos cinco años deben ser las empresas, establecimientos educacionales, los servicios de salud, además de zonas urbanas de bajo ingresos y rurales de alta demanda potencial. Si se completa el desarrollo de esta nueva infraestructura, que en parte ya está construida gracias a las inversiones de los operadores, se reducirán los costos de acceso, se gatillará la competencia en el mercado de servicios de Internet y se favorecerá una oleada de inversiones privadas en la última milla, incluyendo el hardware y el software necesarios. Ello impulsará la universalización del acceso a una Internet de muy alta velocidad. Cabe destacar, que esta propuesta es sin menoscabo de otras medidas de política pública que son urgentes para el país, tales como la definición de cómo se implementarán los estándares internacionales de 5G.
7. ¿Cómo asegurar la inversión en la red de troncales, sub-troncales y nodos de acceso que cumpla con los requisitos de calidad, cobertura, resiliencia y redundancia? Este documento plantea qué para el desarrollo futuro de la infraestructura de banda ancha, el modelo regulatorio actual mantiene importantes virtudes, pero es insuficiente por sí mismo. Para que la inversión en los troncales de banda ancha sea ejecutada por el sector privado, es necesario contar con un marco de incentivos adecuados. Por ello se recomienda es implementar, para el sector de telecomunicaciones, el modelo de APP (concesiones) para una red de troncales y sub-troncales de fibra óptica a lo largo y ancho de todo Chile. Las licitaciones y contratos de concesiones deben asegurar que la inversión en infraestructura de fibra óptica cumpla con las

características de alta velocidad, baja latencia, redundancia, resiliencia y alta capilaridad territorial. Deben asegurar el acceso confiable a la red de troncales y sub-troncales a todos los agentes del mercado de este sector. Y tercero, debe resguardar la neutralidad de la red y no inmiscuirse en la provisión de servicios al consumidor y las empresas.

8. Las inversiones requeridas se estiman en poco más de US\$ 3.000 millones, lo que hace necesario diseñar las licitaciones y los contratos de concesión en base a un modelo de negocio de infraestructura a 30 años plazo que distribuya adecuadamente los riesgos. En este sentido, el Fondo de Infraestructura recientemente aprobado por el Congreso y promulgado por el Gobierno, podría apoyar financieramente -con garantías e inversiones-, las inversiones en infraestructura de Banda ancha que se realicen bajo el modelo de concesiones. De esta forma, el Estado movilizará “capitales dormidos” que en forma creciente dispone -especialmente porque terminan varias concesiones de infraestructura bajo el modelo de APP. La ley aprobada hará posible que el Fondo financie concesiones de infraestructura de Banda ancha utilizando una herramienta que, manteniendo la responsabilidad fiscal, buscará fomentar y expandir para múltiples usos la inversión en infraestructura en Chile, contribuyendo a cerrar las brechas de productividad y conectividad existentes en Chile.

9. En síntesis, la red de troncales y sub-troncales de fibra óptica es la base habilitante principal de la infraestructura de Internet, dejando la última milla o última cuadra en manos de diversas opciones tecnológicas entre las cuales competirán tecnologías fijas e inalámbricas entre ellas fibra óptica y 5G. De esta forma, la inversión de US\$ 3.000 millones en troncales y sub-troncales gatillarán la inversión privada adicional de hasta US\$ 30.000 millones para la próxima década. A su vez potenciará las tecnologías inalámbricas. En efecto, mientras más densas las redes basadas en fibra óptica, más potencial tendrán las redes móviles 4G y 5G. Por ello, la construcción de una infraestructura de Banda ancha basada en fibra óptica requiere también, como esfuerzo paralelo y convergente, un salto en materia de regulación del espectro radioeléctrico acelerando los preparativos técnicos para el despliegue de 5G en Chile.

II. INTRODUCCIÓN

Chile enfrenta un desafío de extraordinarias proporciones. Más allá del debate sobre la coyuntura económica, es claro que su economía confronta los desafíos de diversificar su matriz productiva y al mismo tiempo elevar una productividad que prácticamente se ha estancado en la última década. Los factores que permitieron el éxito chileno en los noventa son insuficientes para abordar los desafíos del futuro. No sólo porque las condiciones endógenas al país han cambiado, sino sobre todo porque una serie de revoluciones tecnológicas disruptivas en el mundo están transformando radicalmente las condiciones en que desenvuelven las personas, las empresas y el Estado (ver Box 1).

Por ello se requiere una mirada completamente nueva sobre las políticas públicas. Basado en su historia, Chile debe trazar su propio sendero de desarrollo, pero no lo puede hacer sin considerar el Internet de las cosas, la manufactura digital, la robótica, el Big Data, la realidad virtual, la nanotecnología y la biotecnología sintética.

Este documento se concentra en una de las condiciones indispensables para retomar una senda de alto crecimiento y desarrollo. Su mensaje es que Chile debe abordar con decisión un reto nacional que debiera contar con amplio consenso social y político: acelerar la construcción de una infraestructura de Banda ancha de muy alta velocidad, calidad, capilaridad, resiliencia y redundancia.

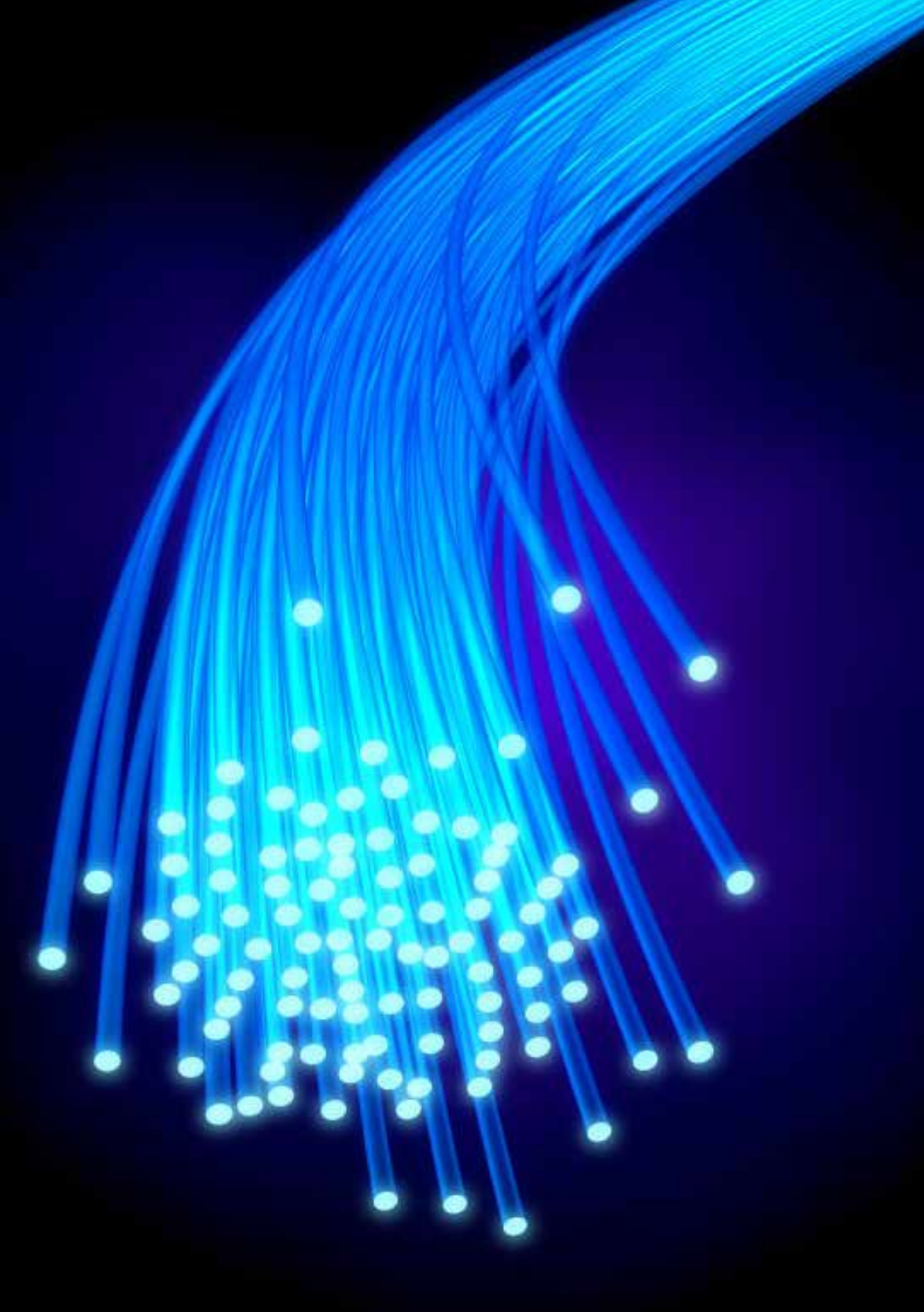
Esto es porque Internet basado en Banda ancha no es un lujo de país desarrollado sino una infraestructura crítica para el crecimiento económico, el progreso social, la modernización del sector público y el despliegue de las economías regionales. Por ello la Mesa Público-Privada sobre Banda ancha y el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) se suman a la propuesta de SUBTEL de acelerar la construcción de una infraestructura de Banda ancha con velocidades superiores a 100 Mbps, de alta resiliencia frente a catástrofes, de elevada capilaridad territorial y alta calidad².

La lógica de la presentación sigue la siguiente secuencia. El capítulo III presenta los potenciales impactos de una infraestructura de Banda ancha de alta velocidad en el crecimiento y la diversificación de la matriz productiva del país, así como en la modernización y descentralización del Estado. El capítulo IV presenta la evolución y estado de situación de la Banda ancha en Chile, desde una perspectiva comparativa como desde una perspectiva de requerimiento para el desarrollo del país. El capítulo V resume la propuesta estratégica que se desarrolló en el trabajo conjunto de las instituciones que se mencionaron más arriba y que emanan de los estudios encargados por SUBTEL y CORFO. Y finalmente, el Capítulo VI presenta algunos desafíos regulatorios e institucionales a considerar.

Si se logra acometer esta iniciativa estratégica en los próximos 5 años y ello se combina con un aumento en la calidad de la educación y formación técnico-profesional, así como una mayor inversión en I+D e innovación, el país podría retomar una senda de crecimiento y desarrollo sostenible que estará más basado en la generación de nuevas ventajas competitivas³.

2 Se usa el término "calidad" para referirse a una red de Banda ancha que minimiza las caídas por congestión y que también minimiza la demora en la propagación y transmisión de paquetes de bits dentro de la red (baja latencia).

3 Distintos estudios han hecho esfuerzos sistemáticos para demostrar una relación positiva entre la penetración de Banda ancha y el crecimiento económico (véase, por ejemplo: Katz, 2009; Koutroumpis, 2009; Czernich et al, 2011; Bojnec y Fertő, 2012; Kolko, 2012; Bacache et al, 2013; Bertschek et al, 2013; Jayakar y Park, 2013; Jiménez et al, 2014).



III. BANDA ANCHA, DESARROLLO Y MODERNIZACIÓN DEL ESTADO

La economía digital que está constituida por tres grandes componentes. En primer lugar, la infraestructura de telecomunicaciones y especialmente de Banda ancha. En segundo lugar, las industrias productoras de TIC (software, hardware y servicios TIC) y también las industrias usuarias de TIC que abarcan todos los sectores de la economía. Y, en tercer lugar, la red de actividades económicas y sociales facilitadas por redes fijas y móviles tanto entre personas y/o sensores remotos⁴. En suma, se trata de un ecosistema caracterizado por la creciente y acelerada convergencia entre diversas tecnologías, que se concreta en redes de comunicación (fibra óptica, redes fijas-móviles 3G, 4G y próximamente 5G), equipos de hardware (fijos, móviles), Internet de las cosas, servicios de procesamiento (computación en la nube) y tecnologías web (Web 2.0).

El sector público es parte de este ecosistema. El Estado chileno es el principal usuario y productor de datos e información. Compra y contrata a gran escala hardware, software y servicios TIC especialmente de Internet. Sin embargo, a pesar de los avances obtenidos queda mucho por hacer. Existe consenso de que la modernización del Estado es actualmente una acuciante necesidad para contar con un sector público eficaz y eficiente, transparente, con capacidad de desarrollar y evaluar políticas públicas de calidad. La mayor transparencia vía Internet, los trámites públicos en línea, la simplificación de procesos y permisos, la fiscalización en línea, el uso de Big Data son parte de un conjunto de “modernizaciones habilitantes” que no solo apoyan la modernización del sector público, sino que contribuyen a incrementar la productividad de la economía y el bienestar social. Ello también incentivará la innovación en la industria de proveedores del sector público⁵.

Una infraestructura de Banda ancha de muy alta velocidad y las demás características antes descritas, constituye un factor clave para el despegue de la economía digital, el desarrollo y la igualdad en Chile. No sólo permitirá el desarrollo de nuevas aplicaciones para el consumo masivo y las redes sociales, sino que permitirá el aumento de la productividad y la innovación en sectores tradicionales de nuestra economía, así como

4 Ello se entiende como Internet de las cosas.

5 Juan Rada, “Por un Estado Moderno”, septiembre 2017, texto en borrador.

la emergencia de nuevas industrias de bienes y servicios. No sólo potenciará el desarrollo de redes de sensores para ciudades “más inteligentes”, sino que permitirá la integración nacional y potenciará el desarrollo de las regiones. No sólo beneficiará al 10% más rico de la población sino sobre todo permitirá el acceso a Internet de alta velocidad al 70% de menores ingresos del país. En suma, no sólo se traducirá en un país más conectado sino también en un país donde todos sus habitantes tendrán mayor acceso a la información y el conocimiento, al aprendizaje y nuevas formas de innovación.

1. Banda ancha para el desarrollo

En Chile, el principal impacto de Internet ha sido en la esfera de la conectividad de las personas, lo que se manifiesta en la notable expansión de las redes sociales y en el despegue del consumo electrónico que se acelerará en los próximos años gracias a la modernización de la normativa que permite el uso de tarjetas pre-pago en comercio electrónico.⁶ Sin embargo, aunque se han incrementado la conectividad, el comercio electrónico y el uso de TIC en servicios y el sector público, poco desarrollo han tenido los usos avanzados para incrementar la productividad en sectores tradicionales y en sectores emergentes de la matriz productiva chilena.

El avance hacia una infraestructura de Banda ancha con velocidades de bajada sobre los 70 Mbps, amplía extraordinariamente las oportunidades de incremento de la productividad en sectores tradicionales o ya existentes y a la vez amplía las oportunidades de expansión de sectores emergentes. Aquí se presentan ocho ejemplos:

- a) **Agricultura:** El sector agropecuario representa el 3,5% del PIB, el 10% de las exportaciones y el 9% del empleo (2016). Uno de sus sectores más dinámicos, la agricultura de precisión (especialmente hortofrutícola), requiere en forma continua innovar en especies,

⁶ Tras la promulgación de la Ley N°20.950 el 2017, el Banco Central de Chile (BCCH) emitió la norma que autoriza la emisión de tarjetas de prepago para el consumo electrónico. Esta ley de inclusión financiera permite a vastos sectores de la población acceder a medios de pago electrónico, donde destacan la facilitación del pago, la seguridad y seguimiento de pensiones y beneficios sociales. Empero, como lo señaló el Tribunal de Libre Competencia (TdLC), ya no se justifica mantener el monopolio de RedBank-Transbank. Debe permitirse la competencia. Al mismo tiempo, debe considerarse el ejemplo de Europa que establece topes máximos para las comisiones por uso de tarjeta de crédito o débito.

reducir costos, incrementar productividad y elevar el uso de tierras cultivables. Para ello, Internet de las cosas (IoT en inglés) presenta un gran potencial vía redes de sensores y el software analítico. A corto plazo, las nuevas tecnologías IoT dispondrán de dispositivos de muy bajo consumo, permitiendo que una sola carga de baterías pueda durar entre 5 y 10 años, con lo que no serán necesarios cables, ni siquiera para entregar energía a los dispositivos. Sin embargo, un estudio encargado por SUBTEL indica que el nivel de adopción de tecnología actual en el sector agrícola chileno no supera el 1%, aunque comienzan a surgir importantes aplicaciones.⁷ Basado en este potencial, se estima que en la fruticultura chilena podrían instalarse 7 millones de sensores al 2035. Para ello se requieren tres condiciones: estandarización, acceso a tecnologías inalámbricas LPWA (Low Power, Wide Area),⁸ espectro compartido. Sin embargo, ello también requiere una red de troncales de fibra óptica de alta velocidad y cobertura con calidad. Esto requiere por tanto la coordinación de políticas públicas del sector agroindustrial con la de telecomunicaciones.

- b) **Minería:** En el norte de Chile también se concentra la minería, la energía solar y en el futuro una industria que agregue más valor al Litio. Chile produce el 30% del cobre de mina a nivel mundial (COCHILCO 2016). En términos generales, la minería chilena utiliza tecnologías probadas cercanas a la frontera tecnológica mundial, aunque desarrolla poca I+D. Un estudio de la SUBTEL señala que desde décadas que las faenas mineras incorporan sistemas de monitoreo remoto con sensores, tele-comando de equipos tales como LHD, martillos picadores. También han introducido la mecatrónica, modelación y el control automático.⁹ Cabe destacar que una parte importante de la generación de datos en terreno es procesada y/o almacenada en el lugar mismo, sin requerir por tanto enlaces de tras-

7 Savtec Tecnología (2017), "Informe de la situación actual de los requerimientos de transmisión de datos y la estimación de la demanda prospectiva de consumo de datos para zonas agrícolas" Licitación ID 6606-25-LQ16 de SUBTEL.

8 LPWA son tecnologías confiables de bajo costo que incluyen dos atributos: (i) "Low Power" que permite a sensores operar por años recopilando datos en forma horaria; (ii) "Wide Area" son tecnologías inalámbricas que operan en un radio desde 500 metros hasta 10 km, sin necesariamente usar espectro radioeléctrico licenciado. Para el 2022 McKinsey señala que la mayor de las aplicaciones IoT estarán basadas en LPWA, aunque 5G todavía no estará masivamente disponible.

9 Ver estudio citado en nota 11.

misión de datos fuera de la faena. Aun así, la minería es intensiva en demanda de Banda ancha de muy alta velocidad. Por ejemplo, Codelco cuenta actualmente con enlaces de 300 Mbps hacia su Casa Matriz y con enlaces entre 50 Mbps y 200 Mbps para sus explotaciones. Hacia el futuro, la malla de comunicaciones dentro y fuera de las faenas mineras será mucho más exigente. En el caso de la faena minera, un problema de enlace que retrasa la entrega de datos administrativos es manejable, pero paralizar un proceso de flotación por pérdida de enlace es inaceptable. En el caso de proveedores de bienes y servicios, especialmente aquellos que son intensivos en tecnología, requerirán cada vez más ancho de banda, a lo que se debe agregar resiliencia, redundancia y seguridad. En la medida que la minería se digitaliza cada vez más, la infraestructura de Banda ancha será cada vez más crucial. El estudio citado de SUBTEL señala que la minería utiliza actualmente 44 Mbps de ancho de banda, pero a 5 años proyecta requerimientos entre 721 Mbps y 3.1 Gbps. A 10 años entre 8-12 Gbps y a 20 años 16-23 Gbps.

- c) **Industria Manufacturera:** La industria manufacturera representa el 12.0% del PIB, 7.0% de las exportaciones¹⁰ y 11.6% del empleo (2016). En este contexto, la Manufactura Avanzada (MA) representa una oportunidad histórica para este sector,¹¹ en tanto los aumentos de productividad no necesariamente requieren incrementos de las escalas de producción. Sin embargo, esto sólo es posible en la medida que el sector manufacturero chileno se vuelva cada vez más digital (Castillo, 2017). Es importante considerar que los campos de aplicación de la MA son materiales e insumos, procesos de fabricación, medios de producción, productos y herramientas TIC de soporte de la MA y por tanto ésta no sólo abarca la industria manufacturera, sino también la industria química, la industria minera, la fabricación de equipamiento médico y otros. Su desarrollo requiere de políticas públicas que integren la formación de RRHH avanzados, la promoción de I+D, así como incentivos a la logística de la MA. Sin embargo,

10 Excluyendo alimentos y bebidas, papel y celulosa, prod. Químicos y derivados, ind. Metálicas básicas (cobre refinado).

11 La "manufactura avanzada" convierte data en cosas y cosas en data. Ella combina la manufactura substractiva basada en máquinas herramientas de control número computarizado (MHCNC) tales como tornos y fresadoras que maquinan piezas; con máquinas aditivas tales como impresoras 3D (tres dimensiones) que montan piezas complejas utilizando plásticos y/o resinas se utiliza mayormente para prototipos y moldes. Ambos tipos de máquinas son complementarias.

para dar soporte a redes intra e inter-empresariales que puedan colaborar en materiales tales como algoritmos de control para impresión 3D, diseño remoto para MA, repositorios para imágenes 3D y videos en línea, se requiere una infraestructura de Banda ancha de muy alta velocidad (entre 38-74 Mbps) y de baja latencia¹².

- d) **Construcción:** El sector de la construcción representa el 7.2% del PIB y el 8.7% del empleo (2016). Según McKinsey, la productividad laboral (M2/HH) es 48% de la de EEUU, debido a una excesiva fragmentación entre etapas y actores críticos, baja adopción de métodos avanzados de gestión de información, bajos niveles de capacitación, bajo uso de componentes prefabricados. En el caso de las inversiones MOP que son todas ejecutadas por empresas privadas, se constata que el 90% de los contratos de obras se modifican, hay un 30% de retraso respecto a los tiempos originalmente planificados y existen importantes sobrecostos. Gracias a una iniciativa conjunta CORFO, Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Ministerio de Hacienda, CPI y Cámara Chilena de Comercio (CChC), incluyendo otros 5 ministerios, la Contraloría y el Poder Judicial, Chile inició la implantación del sistema Building Information Modelling (BIM) que se espera consolidar hacia el 2020¹³. Los estudios disponibles muestran notables reducciones de costos y reducciones de retrasos.¹⁴ Para ello se requiere una alianza público-privada basada en estándares, normas y metodologías comúnmente acordadas y exigibles. Sin embargo, los usos avanzados del BIM que suponen diseño de proyectos con secuencia de construcción y gestión de información sobre ciclo de vida en línea, lo que exige una infraestructura de Banda ancha de mucho mayor velocidad, calidad y seguridad.

e)

12 Fuente: Yanyan Zhuang and others, "Future internet bandwidth trends: an investigation on current and future disruptive technologies", Technical Report, No. TR-CSE-2013-04, Department of Computer Science and Engineering, Polytechnic School of Engineering, New York University, 2013.

13 El BIM se define como "Conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual". Ver PPT "Metodologías y Tecnologías para una Construcción Colaborativa, PlanBIM", CORFO 2017.

14 Ver "HM Government, Construction 2025", Londres, 2013.

f) **Astronomía:** El norte de Chile concentra el 40% de la capacidad de observación astronómica mundial y se espera que en la próxima década alcance el 70%. Los grandes observatorios representan inversiones superiores a los 3.000 millones de dólares, generando datos científicos para los investigadores de todo el planeta. Los observatorios utilizan tecnología de frontera que pertenece a la categoría de “big science” y que la mayoría de las veces es única en el mundo. Ahora bien, la misión de los observatorios es precisamente la producción de datos. Por tal motivo, el diseño tanto conceptual como de detalle de todo observatorio hoy, comprende necesariamente el diseño y construcción de enlaces de alta velocidad o el subcontrato de éstos, para que la producción del observatorio llegue a los investigadores del mundo. De acuerdo a un estudio encargado por SUBTEL, la capacidad actual de transmisión de datos de la astronomía alcanza los 100 Gbps en el territorio nacional, lo que a corto plazo es muy insuficiente¹⁵. Para los observatorios la redundancia es también crítica, si bien la caída de un enlace no significa necesariamente la pérdida de datos sino el retraso en la entrega de éstos. Por ejemplo, ALMA proyecta un enlace de fibra óptica entre la zona Norte y Santiago pasando por Argentina, para garantizar la continuidad de la transmisión de datos. Actualmente, la capacidad de transmisión de datos de la Astronomía en Chile alcanza los 70 Gbps. Sin embargo, las proyecciones a 5, 10 y 20 años son de 90 Gbps, 310 Gbps y 970 Gbps¹⁶.

g) **Logística:** Este sector constituye un factor crítico de las exportaciones chilenas. Más del 95% del comercio exterior del país se realiza vía 75 puertos y terminales que se distribuyen a lo largo de la costa chilena. Se trata de sistemas logísticos en los cuales se desarrollan múltiples operaciones y participan numerosos actores privados y 20 servicios públicos. El uso de las TIC está extendido en la administración de las empresas, pero en los próximos años se acelerará la creciente introducción de la automatización y sistemas más avanzados de monitoreo y control de procesos, lo que supone creciente

15 Ver Addere Ltda (2017) ““Estudio de demanda de infraestructura de telecomunicaciones en el área geográfica de la Gran Minería del Norte y la Astronomía”. Estudio contratado por SUBTEL con fondos FIE y CORFO.

16 Se proyectaron los requerimientos de Banda ancha, tanto por el desarrollo de las instalaciones de astronomía como también por la tecnología de los sensores de imágenes (tecnología CCD). En efecto, el número de pixeles aumentaría desde 1 Gpíxel en la actualidad a 3,2 Gpíxel en 5 años, 9 Gpíxel en 10 años y 81 Gpíxel en 20 años. Ver Op. Cit. Nota 11.

exigencias en cuanto a mallas y redes comunicacionales internas. Sin embargo, el gran potencial de las TIC está en su implantación en los sistemas logísticos dentro y fuera de Chile. Con una infraestructura nacional de Banda ancha basada en fibra óptica con mayor capilaridad territorial, se potenciará las tecnologías inalámbricas 3G/4G y 5G después del 2020 lo que posibilitará el uso masivo de Internet de las Cosas (IoT). Esto indica que la logística está viviendo una época de cambios radicales que se acelerará en los próximos años y el desafío para Chile es acortar los tiempos de aprendizaje.¹⁷ Gracias a los esfuerzos de CORFO y MTT ya despegó el desarrollo de plataformas logísticas basado en el estándar mundial de Port Community System (PCS), que permitirán conectar a una sola plataforma a todos los actores públicos y privados reduciendo costos de transacción, aumentando la transparencia y la eficiencia de las cadenas logísticas. Esto elevará la productividad del turismo y transporte de carga, pero también abrirá espacio para un sin número de nuevos negocios y nuevos mercados. A su vez, el desarrollo y difusión de dispositivos y sensores IoT incluso en contenedores, permitirán una “logística inteligente” con mayor trazabilidad y transparencia, incluso hacia mercados de destino. En consecuencia, los requerimientos de infraestructura de Banda ancha tendrán un crecimiento exponencial en todos los puertos y sistemas logísticos del país.

- h) **Salud:** El uso de tecnologías de información en el sector de salud son bien conocidos en aparatos y aplicaciones de radiología y ecografía, así como en los sistemas de monitoreo en hospitales y las fichas electrónicas de salud. Sin embargo, en medicina preventiva y para la tercera edad ya están incorporándose nuevas tecnologías tales como videos de alta definición para ejercicios, monitoreo de gasto de calorías a través de sensores de movimiento, incluyendo además la conexión con comunidades que participan en las mismas actividades. También está el monitoreo, notificación y alerta a pacientes y doctores en tiempo real basado en análisis de sensores de salud con aplicaciones y data en la nube. Asimismo, el consejo y terapia a distancia a través de video conferencia de alta calidad. Y no menos importante, la telemedicina multidisciplinaria o la coordinación de diagnósticos y tratamientos médicos a través de telemedicina con participación de varias partes. La universalización de todas estas

¹⁷ Ver informe de la Comisión Presidencial Comisión Estrategia 2030 de Puertos y su Logística, coordinada por el CNID (Julio 2015) “Logística y Puertos: Una plataforma estratégica de desarrollo para Chile”.

aplicaciones tiene el potencial de reducir costos, reducir tiempos e incrementar la calidad de la salud. Ello supone una infraestructura de Banda ancha presente en todo el territorio del país, con velocidades entre 38 Mbps - 74 Mbps, con alta capilaridad y resiliencia.¹⁸

- i) **Educación:** La red Enlaces surge en 1992 y tiene 25 años de experiencia histórica con un importante aprendizaje institucional y de la comunidad de profesores. Han surgido numerosas experiencias importantes, pero el potencial está limitado porque la conectividad de las escuelas y liceos es demasiado limitada y en muchos casos cuasi inexistente. Es importante considerar la evolución de Enlaces. Si en sus inicios comenzó con la instalación de laboratorios de computación en algunas escuelas del sur de Chile, progresivamente estos abarcaron cuasi todo el territorio nacional. A partir de la década del 2005 se inició la distribución de Tablets -siguiendo la experiencia de Uruguay- con la meta de universalizarlos hasta el nivel de 7° básico. Paralelamente, a partir de la década del 2000 se inició un esfuerzo de conectividad para establecimientos educacionales. Actualmente hay cerca de 8 mil establecimientos (80% del total) conectados a Internet, con velocidades de bajada entre 1-4 Mbps que a todas luces son insuficientes para impulsar innovaciones en las aplicaciones y metodologías de enseñanza y aprendizaje. En efecto las velocidades requeridas han sido estimadas en 38 Mbps-74 Mbps para aplicaciones tales como: uso de video conferencia 3D; conferencias en Web de alta calidad utilizando fuentes abiertas (no propietarias); aprendizaje colaborativo en redes móviles; redes de distribución de contenidos peer-tú-peer; bibliotecas de préstamos de software; hiper-audio en tablets para facilitar el aprendizaje de idiomas; planificación-diseño en 3D y nuevas herramientas de evaluación de impacto¹⁹. Todo ello requiere de una infraestructura de Banda ancha de alcance nacional, de baja latencia, redundante y resiliente.

¹⁸ Ver nota 10.

¹⁹ Ver Nota 11.

2. Banda ancha y el sector público

La modernización del sector público es una acuciante necesidad que debe resolverse si se quiere contar con un Estado eficaz y eficiente, transparente, con capacidad de desarrollar y evaluar políticas públicas de calidad. Esto es un factor indispensable para aprovechar las oportunidades que se presentan en todas las áreas del sector público, contribuyendo así al desarrollo del país.

La nueva digitalización del sector público debe basarse en una potente infraestructura de Banda ancha de muy alta velocidad, pero también en una estrategia más integral de digitalización. La Agenda 2020 es un paso, pero se requiere un Plan Estratégico con metas al 2030, entre las cuales está la racionalización y modernización de las compras de TIC, el diseño de una nueva arquitectura digital, la consolidación de una estrategia de ciberseguridad y de una nueva generación de aplicaciones en todos los sectores orientada a implementar usos avanzados de las TIC basados en estándares abiertos para video en línea, computación en la nube, aplicaciones de Big Data, etc.

La digitalización del sector público es una herramienta que facilitará la modernización, descentralización y mayor transparencia del Estado. La mayor parte de los servicios del sector público pueden ser digitalizados y pueden operar en la nube. Sin embargo, ésta es condición necesaria, pero no suficiente. En ningún caso ésta sustituye la importancia crucial de reformas orientadas a incrementar la eficiencia y eficacia del sector público. Si no se actualizan la arquitectura institucional y normativa que fragmenta y entorpece al Estado, lo que se hará es digitalizar la rigidez y la descoordinación institucional. Ejemplos hay muchos. En cambio, si se combinan cambios institucionales y normativos con un potente plan de digitalización se logrará la fórmula eficaz que efectivamente apoyará la modernización del Estado (ver Box 3). Esto requiere la formación avanzada de recursos humanos que trabajan en informática: el sector público requiere de una carrera funcionaria unificada en servicios informáticos con un contingente de profesionales en Alta Dirección Pública, a nivel nacional y regional, tanto en ministerios, servicios, así como en los gobiernos regionales.

Tomando en cuenta este escenario, es importante considerar los potenciales impactos que tendría el sector público basado en una red de Banda ancha de alta velocidad sobre el desarrollo del país.

- a) La combinación de modernización con digitalización del sector público tendrá un impacto directo en los servicios para las personas y las empresas unipersonales. A corto plazo, el Estado chileno estará en condiciones de lograr que todos sus servicios estén disponibles en smartphones. Si estos se universalizan hacia el 2025 con al menos tecnologías 4G y se logra un sistema de pagos electrónicos de bajo costos para tarjetas de débito disponibles en celulares, se habrá dado un gran salto para la inmensa mayoría de las personas y trabajadores por cuenta propia.
- b) Con una digitalización basada en una infraestructura de Banda ancha, el sector público estará en condiciones de implementar sistemas tipo BIM en la construcción (ver III.1.b), nuevas aplicaciones de acceso masivo en telemedicina (ver III.1.g), nuevas aplicaciones para la educación y la formación técnico-profesional (ver III.1.h), sistemas estadísticos más avanzados, fiscalización en línea, gestión avanzada de tráfico terrestre y aéreo, así como el fortalecimiento de la seguridad ciudadana. Estas aplicaciones estarán disponibles no sólo en las grandes ciudades sino en todo el país, no sólo en los grandes servicios como el Servicio de Impuesto Internos (SII) sino también en los municipios.
- 1) La digitalización y la modernización del sector público tendrán consecuencias inevitables en la industria proveedora de bienes y servicios TIC. En efecto, ésta se verá obligada a modernizarse porque los estándares técnicos serán cada vez más exigentes, la contraparte pública que contrata o compra bienes y servicios TIC será más competente y porque los procesos de evaluación ex ante y ex post serán más rigurosos. Todo ello ayudará a que ésta industria TIC exporte servicios y soluciones hacia América Latina y el mundo.

En resumen, la productividad y el crecimiento de la economía del país dependen críticamente de que Chile de un salto en la infraestructura de Banda ancha. La próxima sección se concentra en analizar la evolución y el estado de situación actual de la Banda ancha en Chile.



IV. BANDA ANCHA²⁰: EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL

El enfoque de este documento es considerar la fibra óptica como columna vertebral de la infraestructura de Banda ancha, dejando la última milla o última cuadra en manos de diversas opciones tecnológicas entre las cuales competirán tecnologías fijas e inalámbricas entre ellas fibra óptica y 5G. En este sentido y en lenguaje técnico, el documento aborda la infraestructura de Banda ancha principalmente en base a un modelo de FTTN (fiber-to-the-node o fibra al nodo) o FTTP (fiber-to-the-proximity o fibra a la proximidad). Sin embargo, el desarrollo de un modelo de fibra óptica tipo FFTH (fiber-to-the-home o fibra al hogar) es también compatible como lo destaca un documento de Nokia (2017)²¹. En efecto, mientras más densas las redes basadas en fibra óptica, más potencial tendrán las redes móviles 5G (ver Box 4).

²⁰ El BIM está implantado en EEUU, China, Inglaterra, Australia, países escandinavos. Chile, Rusia, Francia y otros tienen mandato fijado hacia el 2020. El resto de Europa y América del Sur lo tiene planificado. Ver BICP Global BIM Study, 2017.

²¹ Ver NOKIA (2017) “Two worlds collide: The inevitable, imminent convergence of mobile transport and fixed access networks”, White Paper.

Como se verá más adelante, la instalación de infraestructura de Banda ancha de muy alta velocidad supone importantes cambios regulatorios. En este documento se aborda más adelante el caso de fibra óptica, pero no debe subestimarse de abordar los desafíos regulatorios que impone el desarrollo de 5G.

1. Evolución de la Banda ancha

No cabe duda que mediante los aportes del sector privado y el apoyo del sector público se hicieron enormes progresos en el acceso a Internet y en la construcción de la infraestructura de Banda ancha.

Como se sabe, Internet en Chile logró su despegue a principios de los noventa gracias a los fondos científico-tecnológicos, particularmente FONDEF de CONICYT. Desde entonces, Chile desarrolló su Internet por 27 años como un servicio privado gracias a los Proveedores de Servicios de Internet (ISP en inglés) y las empresas de telecomunicaciones. La política pública de oferta mediante regulaciones se concentró en facilitar este desarrollo mediante cambios progresivos en la ley de telecomunicaciones en el contexto de un modelo de baja supervisión estatal que, en un contexto de una economía con un creciente ingreso per cápita, permitió la masificación del acceso a Internet y la universalización del acceso a la telefonía móvil. Para cubrir las brechas digitales sociales y territoriales, el Estado impulsó el Fondo de Desarrollo de Telecomunicaciones (FDT) y también subsidió de US\$ 100 millones de dólares el tendido de fibra óptica que conectará Puerto Montt con Punta Arenas hacia el 2019. Del mismo modo, CONICYT y CORFO también apoyaron el uso de nuevas tecnologías digitales y nuevos modelos de negocios, tanto desde las universidades como desde el mundo del emprendimiento y la innovación.

El marco regulatorio de competencia por la cancha o de competencia basada por la provisión conjunta de infraestructura y servicios, incentivó importantes inversiones en telecomunicaciones que se concentraron principalmente en grandes y medianos centros urbanos, especialmente en sectores con alto poder de compra. Gracias a ello, desde Arica a Puerto Montt se construyeron 3 redes de fibra óptica y se realizaron importantes inversiones en infraestructuras de ADSL²² y Cable Coaxial. Paralelamente y siguiendo otro modelo regulatorio vinculado a la gestión del espectro radioeléctrico, el advenimiento de 3G inició el acceso a Internet vía comunicaciones inalámbricas lo que se aceleró con la introducción de 4G.

22 Asymmetric Digital Subscriber Line

Al mismo tiempo, el sector público impulsó una política pública de demanda, que se concentró en expandir la digitalización del sector público mediante sucesivas agendas digitales que desde el 2003 han mantenido su continuidad. Ello explica que el Estado de Chile ocupe el lugar 16 el Network Readiness Index 2016, lo que contrasta con el puesto 38 que ocupan las empresas chilenas en el mismo ranking²³. La consecuencia fue un efecto multiplicador sobre la demanda de acceso a Internet creando un mercado para una creciente expansión de servicios privados sobre Internet. A su vez ello permitió el surgimiento de una industria TIC proveedora de hardware, software y servicios.

La combinación de estas políticas públicas de oferta y demanda, combinada con una intensa competencia y cambio tecnológico en el sector de telecomunicaciones generó un progreso que es innegable. Para fines del 2017 se estimó que la cobertura de telecomunicaciones alcanzó al 96% de la población. Entre 2010 y 2017 las conexiones a Internet se quintuplicaron aumentando desde 3.2 a 16.7 millones de accesos, por ello 91 de cada 100 habitantes tiene hoy acceso a Internet. Como soporte de las redes fijas y móviles ya se han instalado 20 mil km de fibra óptica, a los cuales se agregarán 3,950 km para la conexión Puerto Montt-Punta Arenas (FOA)²⁴.

2. Situación Actual (2016-2017)

Chile se caracteriza por una baja penetración del Internet fijo. El 80% de las conexiones a Internet son móviles y hay una rápida transición al uso de tecnologías 4G que deberían ser predominantes al 2020. Ello puede ser suficiente para algunos servicios y redes sociales, pero está lejos de alcanzar los requisitos de velocidad, resiliencia y calidad para usos avanzados tanto para actividades sociales como para actividades productivas. Hay un insuficiente despliegue de la infraestructura de Banda ancha basada en la fibra óptica.

En este contexto, Chile exhibe una importante brecha digital según nivel de ingreso. La Subsecretaría de Telecomunicaciones informa que, sin considerar velocidad ni calidad, al año 2016 el 20% más rico de la población tuvo un 87,7% de acceso a Internet, mientras que el 20% más pobre un

23 Ver <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/networked-readiness-index/>

24 FOA = Fibra Óptica Austral que terminará de instalarse el 2019.

72,2%. Si bien es cierto que el porcentaje de acceso supera el 70% para todos los quintiles de ingreso, también es cierto que el acceso a este servicio representa muchas veces un 10-20% del gasto familiar de los más pobres²⁵.

El acceso a Internet es también territorialmente desigual. Considerando todas las tecnologías fijas e inalámbricas, SUBTEL informa que al 2016 las zonas urbanas tienen un 81,3% de acceso mientras que las zonas rurales un 66,4% de acceso, sin considerar velocidad ni calidad. Considerando sólo Banda ancha, 10 comunas de Chile no cuentan con servicio de conexión fija y 92 comunas no cuentan con conexiones fijas sobre 10 Mbps. De éstas últimas, 18 son de la región del Biobío, seguido por la Región del Maule (10) y Araucanía (10). La disparidad de acceso a Internet es acuciante. Por una parte, existen territorios con acceso a internet equivalente a economías avanzadas (ej. Bélgica), y simultáneamente, a pocos kilómetros de distancia, existen territorios con un acceso equivalente al de países menos adelantados (ej. Bolivia, India o Indonesia)²⁶.

La desigualdad se hace más manifiesta cuando se trata del acceso a Banda ancha. En efecto, SUBTEL informa que sólo 23% de las ciudades y localidades están cubiertas por servicios de Internet fijo de mayor velocidad. Si bien estas representan 80% de la población y 80% de la demanda, vastos segmentos del territorio tienen un acceso inexistente o insuficiente y poco seguro a Banda ancha. Esto obstaculiza el desarrollo del turismo, de la producción agrícola y de otros recursos naturales. Frena la emergencia de nuevas industrias y servicios. Dificulta la integración nacional y el desarrollo regional.

La infraestructura de Internet del país presenta una baja resiliencia. Un estudio financiado por SUBTEL e Innova de CORFO y ejecutado por la Universidad de Chile denominado “Recomendaciones sobre la Resiliencia de la Infraestructura del Internet Chileno” (2016) entrega las siguientes conclusiones preliminares. Primero, Internet se ha constituido en una infraestructura crítica para la economía, la sociedad y la política en Chile. Segundo, en situaciones de emergencia y catástrofes, Internet es la principal red que soporta la comunicación entre ciudadanos. La sociedad puede pasar algunas horas sin electricidad, sin teléfono, sin gas,

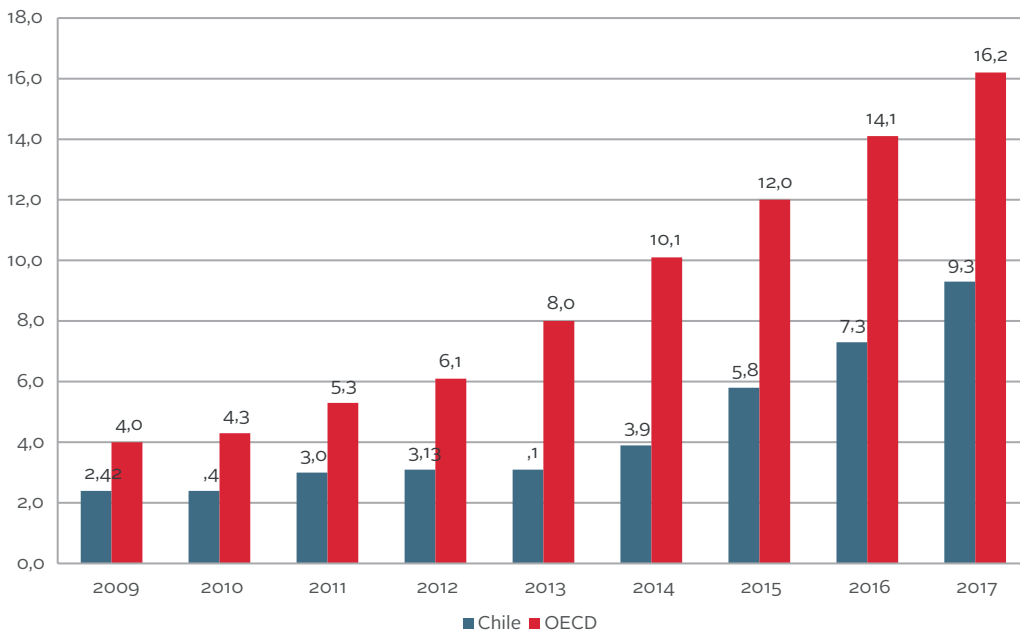
25 Los datos mostrados en gráficos corresponden a resultados de Octava encuesta de accesos, usos y usuarios de Internet, realizada por SUBTEL.

26 Ver “Informe Final: “Estudio de la situación y de demanda futura de uso de infraestructura de telecomunicaciones en hogares”, SUBTEL <http://www.SUBTEL.gob.cl/estudios/infraestructura/>

agua ni caminos, pero necesita Internet en forma inmediata y durante toda la emergencia. Y tercero, la reciente experiencia histórica evidenció una enorme fragilidad de Internet. En el 27/F de 2010, el 60% del Internet chileno no tuvo servicio por 6 horas. Los aluviones e incendios cerca de la Ruta 5 suelen generar cortes parciales de Internet. Por ello Chile debe asegurarse que no se repitan fallas como la del 2010, lo que plantea dos requisitos: infraestructura de fibra óptica redundante/separada y puntos de intercambio y ruteo acordado en emergencias, lo que requiere actualización de decretos y normas específicas.

Superar estos déficits es un asunto crítico para el desarrollo de una infraestructura de Banda ancha de muy alta velocidad, calidad y resiliencia. Este es un cuello de botella crítico para el crecimiento sostenible, la inclusión social y territorial, el desarrollo de la economía digital, la modernización del sector público y la seguridad de los ciudadanos.

Gráfico 1
Velocidades promedio de Banda Ancha: Chile y OECD
 (Fuente: Aikimai)











3. La brecha con países de la OCDE

En relación al progreso digital de los países OCDE existe evidencia que, si bien hay convergencia en cobertura, no parece haber convergencia en materia de velocidad, calidad y resiliencia. En efecto, entre 2010 y 2017, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU en inglés) reporta que en Chile la cantidad de individuos con acceso a Internet de Banda ancha fijo aumentó en 83%, mientras que el promedio de la OCDE logró un aumento del 28%. Si la tendencia 2010-2017 continúa, al 2020 podría afirmarse que habría más conexiones fijas y móviles (3G+4G) a Internet que habitantes. Este elevado crecimiento permitió una convergencia con la OCDE en materia de tasa de penetración de Banda ancha, eso sí que definida como 256 kbit/s lo que a todas luces es una velocidad muy baja. Por ello Chile está en el nivel de Portugal e Italia en cuanto a acceso a Internet.

¿Qué dice la evidencia respecto a la velocidad promedio de bajada de datos (en Mbps)? El gráfico n° 1 indica que entre 2009 y 2017 las velocidades promedio de Banda ancha en Chile y la media de la OCDE, según Akamai, se multiplicaron por 3,8 veces. Eso implicó que la velocidad promedio de la Banda ancha en Chile se mantuvo en 57% respecto a la media de la OCDE²⁷. Esto indica que no existe convergencia significativa en el transcurso de una década.

Cuadro n° 1: Infraestructura Digital 2016-2017 Chile, OECD, Japón

	 Empresas con alta velocidad (>30 Mbps) *exc. Microemp.	 Hogares con alta velocidad (>30 Mbps)	 Fibra óptica como % de accesos fijos	 Precio US\$ Plan >30 Mbps en PPC	 Velocidad de bajada (real, Mbps)	 Resiliencia troncal	 Cables submarinos	 Inv. En Telecom. (US\$/Hab.) Media Nominal (Japón 2013)
Japón	95%	54%	75%	28	20,2	Nacional	18	180
OCDE	50%-60%	25%	22%	37	16,2	Todas las ciudades	12	152
Chile	12%	5%	7%	46	9,3	Santiago-Valparaíso	3 (inc. FOA)	120

Fuentes: SUBTEL, Programa Estratégico de Industrias Inteligentes de CORFO, OECD, ITU, Akamai

27 La fuente que usa la OCDE es <https://www.akamai.com/us/en/about/our-thinking/state-of-the-internet-report/>

El cuadro n° 1 presenta indicadores TIC más precisos. De éste se puede concluir que persiste un importante atraso relativo de Chile en relación a la media de la OCDE particularmente con Japón, uno de los países de mejor desempeño en el Network Readiness Index 2016.

4. Brecha respecto a las necesidades futuras

La definición de Banda ancha no es una medida fija sino relativa según el criterio que se aplique. La ITU define como Banda ancha toda comunicación que iguala o supera los 256 kbps (256.000 bytes por segundo), estándar que ha mantenido inalterado desde hace una década considerando la realidad prevaeciente en África, Medio Oriente y parte de Asia.

Sin embargo, este no es utilizado como referencia por países de la OCDE. Por ejemplo, el 2015 la Federal Communication Commission (FCC) de Estados Unidos decidió el 2015 elevar el estándar de Banda ancha desde 4 Mbps/1 Mbps a 25 Mbps/3Mbps de bajada/subida de datos. Esta decisión implicó que se duplicó el número de hogares sin acceso a Banda ancha hasta el 20% de la población total²⁸.










Este debate ya existe en Chile. Desde una perspectiva regulatoria, debe haber consistencia entre promesa y realidad de ancho de banda que las empresas de telecomunicaciones comercializan a sus usuarios. Del mismo modo, debe haber plena información del consumidor respecto a lo que constituye un servicio corriente de Internet y un servicio de Internet basado en Banda ancha. Ahora bien, desde una perspectiva de desarrollo futuro, el enfoque regulatorio del pasado no es suficiente. Este documento plantea que el estándar no puede definirse en base a criterios del pasado o del presente sino de los requerimientos del futuro próximo, por los menos al 2030.

En efecto, la emergencia de nuevas industrias de bienes y servicios depende críticamente de que exista una infraestructura robusta de Banda ancha de muy alta velocidad desplegada en todo el territorio.

28 Como toda decisión que fija estándares mínimos, esta decisión de la FCC fue polémica. Algunos críticos consideraron que era demasiado baja y que el estándar mínimo debía subir hasta los 100 Mbps. Otros consideran que es excesivo y que no debía superar los 15 Mbps porque ese era el máximo utilizado por las aplicaciones orientadas al consumidor en el presente.

Desde esta perspectiva, ¿la infraestructura de Banda ancha es suficiente para la emergencia de nuevas actividades relacionadas con la industria 4.0? El cuadro n° 1 evidencia que no. Si en los próximos años no se avanza decididamente a una infraestructura que en promedio supere los 70 Mbps, no se crearán las condiciones para la diversificación productiva y el aumento de la productividad en sectores ya existentes. El cuadro n° 2 es claro al respecto.

Cuadro n° 2: Requerimiento de banda ancha por tipo de aplicaciones (Mbps)

Principales aplicaciones en la nueva Industria Digital		
Energías limpias y transporte	2-3	
Seguridad Pública y Preparación para Emergencias	6-18	
Manufactura Avanzada	38-74	
Tecnologías de educación y capacitación	38-74	
Tecnologías de Salud	38-74	
Redes de Radar/meteorología/control aéreo	38-74	
Video interactivo 3D	77-148	

Fuente: Yanyan Zhuang and others, "Future internet bandwidth trends: an investigation on current and future disruptive technologies", Technical Report, No. TR-CSE-2013-04, Department of Computer Science and Engineering, Polytechnic School of Engineering, New York University.

El cuadro n° 2 presenta un resumen de los requerimientos de Banda ancha para los diferentes tipos de nuevas aplicaciones que pueden desarrollarse en su mayoría en sectores ya existentes.

La velocidad promedio de bajada de datos en Chile era de 9.3 Mbps el 2017, según Akamai (ver nota 9), lo que es real por lo menos para Santiago-Valparaíso y algunas otras grandes ciudades. Por tanto, Chile está en condiciones de implementar aplicaciones tales como: optimización del tráfico

co de vehículos en ciudades y carreteras; respuesta en tiempo real frente a emergencias y catástrofes; análisis de eventos (catástrofes o emergencias) con múltiples perspectivas; optimización de predicción de tsunamis, inundaciones, incendios, aluviones, etc. Sin embargo, esta capacidad está por ahora limitada a la región central. A nivel nacional, el país no dispone aún de una infraestructura de Banda ancha de suficiente velocidad y redundancia y resiliencia, ni tampoco con una infraestructura avanzada y distribuida territorialmente de sensores. En particular, en un país de 4.000 km de costa existe un notorio subdesarrollo de la infraestructura de sensores que podrían permitir modelar y predecir tsunamis.

Como ya se señaló, las aplicaciones más exigentes están en manufactura avanzada, tecnologías avanzadas para educación y salud, redes de radar y control aéreo. Todas ellas requieren anchos de banda muy superiores a los actuales.

Si Chile quiere abrir paso a la emergencia de nuevas aplicaciones para la modernización de sectores tradicionales y la emergencia de nuevos sectores, requiere realizar urgentes e importantes cambios en la política pública de infraestructura digital.

Este documento plantea que el desarrollo futuro de la Banda ancha ya no es posible de ser abordado con las políticas públicas del siglo XX. En el Bicentenario de nuestra Independencia, Chile requiere asumir plenamente la revolución digital en curso y realizar una innovación institucional transformadora que, manteniendo la alianza público-privada, potenciará el avance de Chile para transformarse en un país desarrollado.

V. EL DESAFIO: BANDA ANCHA DE MUY ALTA VELOCIDAD

1. Una propuesta estratégica

La propuesta de SUBTEL, CORFO y el Consejo de Políticas de Infraestructura fue analizada y discutida por la Mesa Público-Privada de Banda ancha. En base a ello el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo propone al presidente Sebastián Piñera considerar que esta propuesta que permitiría acelerar el desarrollo e implementación de una infraestructura nacional de Banda ancha con las características antes mencionadas.

Existe un diagnóstico consensuado en torno al desarrollo digital en Chile. Primero, Chile ha sido líder en la región en el desarrollo de las Telecomunicaciones, a través de la inversión Privada (13 millones de usuarios, 20 millones de dispositivos conectados, 91 usuarios de Internet por cada 100 habitantes). Segundo, hay un aumento sostenido y exponencial de la demanda (en 20 años se estima que el tráfico de datos aumentará desde 2.5 a 80 Tbps y la participación de hogares se mantendrá por encima del 40%). Tercero, hay un déficit de infraestructura de fibra óptica de alta velocidad, hay escasa resiliencia y baja capilaridad (velocidad de acceso 3 veces inferior a la de Corea del Sur o Japón; la cobertura de fibra óptica es de 7% versus 21% de la OCDE; hay escasa o nula cobertura para hogares de menores o en zonas rurales).

Y no menos importante. Hay escasez de recursos públicos para subsidiar por vía de la demanda o la oferta el despliegue de la red. En efecto, el sector privado ha estimado que las inversiones requeridas están en el rango de US\$ 26.000 millones-US\$ 35.000 millones para la próxima década (ANATEL 2015; CChC, 2015). El sector público no dispone de recursos para financiar el CAPEX ni el OPEX asociado a parte de estas inversiones que se orientarían a sectores de bajo ingresos, pequeñas empresas, regiones alejadas y zonas rurales.

La propuesta de SUBTEL se concentra en la concesión de los troncales, sub-troncales y nodos de acceso asegurando resiliencia basada en la redundancia. Con ello, lo que se está asegurando es el desarrollo una infraestructura de banda ancha robusta que podría gatillar hasta US\$ 30.000 millones de inversiones privadas, si se toma como referencia el estudio de la CChC (2015). Para ello contrató 11 estudios entre los que se destacan²⁹:

- Estudio de demanda de hogares, gran minería y astronomía, agroindustria y servicios públicos.
- Estudio de resiliencia de la infraestructura crítica de Internet (Universidad de Chile)
- Estudio de la red troncal en Chile: implementación de una infraestructura crítica (SUBTEL, BID)
- Propuesta de Troncal Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones.
- Modelos de inversión y explotación mediante asociación público-privada.
- Propuesta para la implementación de la protección de la infraestructura crítica en Chile

Las principales conclusiones de estudios fueron las siguientes:

- Los ciudadanos, la economía y el Estado se ha vuelto altamente dependientes de internet.
- Actualmente las redes de mayor velocidad y capacidad están concentradas solo en el 23% de las ciudades.
- La red de Fibra Óptica se ha transformado en Infraestructura Crítica y aunque existe un marco normativo y legal para los servicios críticos, no lo existe específicamente para la infraestructura de Banda ancha.
-

²⁹ Todos los estudios se encuentran en SUBTEL <http://www.SUBTEL.gob.cl/estudios/infraestructura/>

- El Marco Normativo y Legal debe estar basado en Seguridad Nacional, Resiliencia frente a desastres naturales, amenazas accidentales e inducidas, ciber ataques (ISO 27001), maximizando su disponibilidad en emergencias.
- Se requiere Infraestructura de fibra óptica redundante/separada, puntos de intercambio y ruteo en emergencias, estándar obligatorio de respaldo, conservación y reinversión de la red.
- Trazados redundantes deben estar lejos de la Ruta 5 y la capilaridad en poblados remotos debe servir para agregar anillos al trazado.
- Se debe impulsar igualdad en el acceso a Banda ancha fija en todo el país, aumentando la inclusión digital.
- Se debe fomentar la penetración de Fibra Óptica en base a una infraestructura con calidad, acceso y capacidad.
- El Estado debe supervisar la redundancia y la resiliencia, así como el desarrollo de la infraestructura de Banda ancha.

2. Importancia estratégica de la Red Troncal

Como se señaló anteriormente, el desafío central a corto plazo no es asegurar que la fibra óptica llegue a todos los hogares y empresas, sino incrementar la velocidad, reducir la latencia y asegurar la capilaridad, resiliencia y redundancia de la Red Troncal. Esto significa:

- Modernizar la Red Troncal, que presenta en algunos tramos una antigüedad de 20 años.
- Invertir en Sistemas de Seguridad.
- Completar la conectividad digital en el territorio nacional.
- Asegurar acceso Universal de internet en hogares, colegios, hospitales, empresas, instituciones del Estado y municipios.
- Optimizar las redes actuales y futuras, para evitar redes superpuestas.

- Lograr el despliegue nacional en una red para el desarrollo de Industrias Inteligentes, Internet de las Cosas, Minería Inteligente, Astronomía, Agricultura, Digitalización de la Economía, etc.

En base a los estudios anteriormente citados, se diseñó una Red resiliente, redundante y adaptable para el Troncal Nacional que supone desplegar 24.142 Km de fibra óptica en todo el país, que incluye red aérea, soterrada y submarina (4.426 Km). Con una inversión estimada de US\$ 1.053 millones ella considera 3 tendidos: dos troncales (backbones) de fibra óptica y una fibra costera de festones submarinos (o sistema Trunk and Branch), enlaces de derivación, anillos regionales, enlaces microondas y nodos de derivación. La vida útil de la fibra y la capacidad se diseñó para 30 años y electrónica para 10 años.

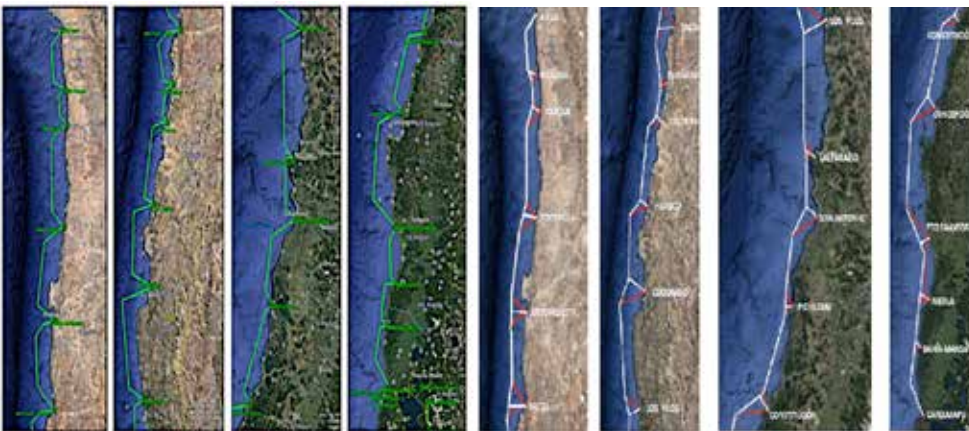
La nueva Red Troncal TNIT se diseñó con el propósito de lograr una menor vulnerabilidad en la red Troncal Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones (TNIT), tomando en cuenta que el 50% de las fallas de las redes se deben a problemas de clima y fuerza, el restante 50% problemas de software. Ello puede visualizarse en el gráfico N° 4.

Gráfico 3
Troncal Nacional Resiliente

Infraestructura

TRONCAL NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA SUBMARINA

OPCIÓN SISTEMA TRUNK AND BRANCH SOBREPUESTO AL SISTEMA FESTIÓN EN TRAZOS BLANCOS



Fuente: Informe final TNIT, Regulación y Mercados Grupo Consultor

A las inversiones del TNIT, se deben agregar las inversiones para fibra óptica de última milla en localidades donde no hay o es precaria por US\$ 1.464 millones, más la extensión del programa WiFi ChileGob por US\$ 372 millones, así como la extensión de Fibra para Isla de Pascua. En este caso se consideró la opción del Cable Transpacífico con un costo de US\$ 150 millones. Considerando las inversiones en la Red Troncal la inversión total base para el modelo de evaluación es de US\$3.039 millones, que podría apalancar nuevas inversiones privadas por al menos 20 mil millones de dólares de aquí al 2025.

El Plan de despliegue de Fibra Óptica para el TNIT y Capilaridad cubre todas las comunidades por sobre 5.000 habitantes con un Plan de desarrollo en 5 años, incluyendo el proceso de licitación.

Existen otras dos características adicionales de la Red Troncal. Primero, ella es escalable, lo que es importante considerando que las estimaciones de demanda muestran un fuerte crecimiento de las descargas de hogares (FTTH) en Video, streaming y televisión no lineal (Netflix vs TV Cable, TV Abierta, etc.), lo que puede ser cubierto con holgura con capacidades ampliadas del TNIT y la Red de Acceso. Segundo, el 80% del Costo de Desarrollo de la red nacional de fibra óptica es el costo inicial de inversión (Capex) del despliegue de la red. El restante 20% corresponde a electrónica, Opex, reinversiones, etc.

3. ¿Puede el sector privado abordar por sí sólo el desafío?

La experiencia chilena y de países de la OCDE muestra que no todos los beneficios de la Banda ancha a alta velocidad pueden ser monetizados ni internalizados. En este sentido, la infraestructura de Banda ancha puede ser entendida como un bien con altas externalidades que con el tiempo debería alcanzar la categoría de bien público, dada su importancia estratégica para el desarrollo del país.

En la zona oriente de Santiago hay más de tres redes infraestructura, lo que contrasta con la realidad de ciudades pequeñas y zonas rurales que no disponen de infraestructura de Banda ancha alguna. La situación es más grave en regiones y localidades apartadas sin acceso a Internet. Un caso intermedio son las zonas urbanas periféricas en grandes ciudades que tienen bajo poder adquisitivo. En muchas de ellas existen “zonas rojas” en el sentido de que en la práctica no existe acceso a Internet a velocidades superiores a 1-3 Mbps.

Esta disparidad de situaciones evidencia los límites del principio regulatorio de competencia basada en infraestructura o “competencia en la cancha”. En estas circunstancias, las empresas de telecomunicaciones no tienen incentivos para invertir en troncales de fibra óptica para asegurar acceso a Banda ancha. Por tanto, se requiere una política pública que puede incorporar financiamiento público a la demanda o la oferta.

Profundizando, un estudio de la Unión Europea (UE) plantea que existen tres capas de bienestar socio-económicos que pueden asociarse al despliegue de Banda ancha de alta velocidad³⁰. Ello puede aplicarse al caso chileno:

1. Beneficios socio-económicos que pueden ser monetizados e internalizados por empresas de telecomunicaciones y proveedores de servicios de Internet. En este caso, los ciudadanos están dispuestos a pagar por Banda ancha de alta velocidad un monto que cubre el costo de capital. Esto implica que hay incentivos de mercado para inversiones privadas en infraestructura, lo que suele ocurrir en zonas urbanas de alta densidad y alto poder de compra.
2. Beneficios socio-económicos que pueden valorarse en términos monetarios, aunque no pueden internalizarse, lo que ocurre cuando el sistema nacional de salud obtiene beneficios de la salud y servicios como la telemedicina. Potencialmente el SNS puede obtener importantes ahorros que no se verán reflejados en ingresos para el proveedor de servicios de Internet. Esto implica que existen elevadas externalidades y puede no haber incentivos privados para construir infraestructura de Banda ancha, lo que podría requerir de una inversión y/o subsidios del Estado, basados en estudios de costo-beneficio. Adicionalmente, una infraestructura de Banda ancha redundante o resiliente genera beneficios sociales y puede ser monetizada, aunque difícilmente será internalizada porque el horizonte de retorno excede los tiempos con los cuales un operador racional invertirá.

³⁰ Este enfoque se inspira en el documento 2016 de la UE “Socio-Economic benefits of high speed broadband: EU broadband vision”, pgs. 4-5.

3. Beneficios socio-económicos que no pueden monetizarse ni internalizarse, lo que ocurre cuando algunos activos o flujos no puede ser medidos mediante conceptos tradicionales tales como stock de capital o Producto Interno Bruto (PIB). Esto incluye calidad de vida, seguridad ciudadana, posibilidad de futuras nuevas aplicaciones, especialmente de software y de creadores de contenidos. En caso, la única manera de capturar estos beneficios es entender Banda ancha como un bien público.

¿Podrán las empresas de telecomunicaciones abordar por sí solas el desafío de construir una infraestructura de Banda ancha de alta velocidad, de baja latencia, alta capilaridad y con alto grado de resiliencia? Hasta ahora, las empresas de telecomunicaciones responden por la casi totalidad de las inversiones en la infraestructura de telecomunicaciones. El Estado no ha invertido directamente en el sector desde que estas empresas fueron privatizadas, pero si ha subsidiado su despliegue, especialmente ahora cuando financió parte de la Fibra Óptica Austral desde Puerto Montt a Punta Arenas.

Sin embargo ¿podrán construir la infraestructura de Banda ancha necesaria para los propósitos de desarrollo, bienestar e inclusión social cuando existen importantes externalidades y los plazos de maduración de las inversiones llegan a 30 años? Las empresas invertirán cuando el valor presente neto de una inversión es mayor que cero ($VAN > 0$), a tasa de descuento r y un horizonte de tiempo t . Mas aún, en un ambiente donde los operadores intentan maximizar utilidades, el retorno de las inversiones debe ser superior al promedio ponderado de los costos de capital y superior a opciones alternativas de inversión que pueden madurar en tiempos sustancialmente más reducidos.

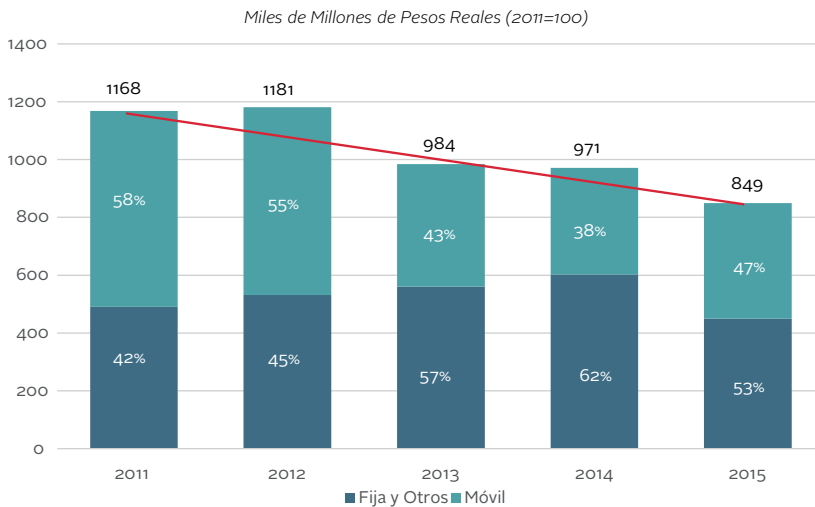
El problema que confronta Chile es que el sector de telecomunicaciones se confronta a un contexto que limita su capacidad de inversión hacia el futuro.

- Los operadores actualmente se encuentran en un modelo de “competencia en la cancha” y asumen todos los riesgos de mercado y tecnológicos, con plazos de maduración de inversiones sustantivamente menores a 30 años (< 7 años).

-
- Los recursos de capital de los operadores para inversiones en infraestructura, compiten con otras inversiones más rentables y de maduración más corta, como telefonía móvil, cloud computing, contenidos y aplicaciones, inteligencia artificial, data centers, etc.
 - No existen incentivos comerciales para invertir en redes redundantes tales como fibra submarina, para así lograr mayor respaldo y seguridad a la red.
 - La disposición a pagar de los nuevos hogares que se deben atender, es de menor cuantía que la demanda actual atendida y tiene un ciclo más largo de maduración, por lo cual a pocos incentivos para el despliegue en zonas de menores ingresos y baja densidad.
 - Los riesgos tecnológicos a 30 años son fuertemente castigados en las tasas de financiamiento del mercado de capitales para proyectos de inversión de los operadores.
 - Hay fuertes indicios que la estructura de mercado en infraestructura de fibra óptica nacional tiene costos subaditivos. Es más eficiente tener operadores especializados en infraestructura que habilitan la red para la competencia en capas de servicios (modelo tipo transmisión eléctrica) sin duplicidad en las redes.
 - Existen riesgos de financiamiento que deben ser mitigados y bien distribuidos para que existan incentivos a la inversión para cubrir las necesidades de despliegue requeridas por el PNIT.

No es casualidad entonces que en los últimos años se haya observado una caída en las inversiones en telecomunicaciones, como se observa en el gráfico n° 2.

Gráfico 3 Inversión Real en Telecomunicaciones



4. El modelo de inversión basado en la asociación público-privada (APP)

El CNID recomienda tomar como marco de referencia la propuesta de SUBTEL en cuanto a la topología de la red. Esta considera tres niveles: (i) Red Troncal que conecta 62 localidades que concentran la mayor población del país o bien están emplazadas en puntos geográficos estratégicos para el funcionamiento de la infraestructura de Banda ancha nacional; (ii) Red Subtroncal que consiste en un conjunto de anillos de menor capacidad que tributan su tráfico hacia la red troncal, con la virtud de conectar 241 localidades, logrando también una alta disponibilidad y resiliencia ante cortes de fibra óptica; (iii) Puntos de Acceso Directo a la Troncal, que abarcaría a las localidades más aisladas y de menor demanda, que por su ubicación geográfica, no es posible conectarlas en forma anillada. En esta modalidad, SUBTEL identificó 106 puntos de la red, incluyendo localidades de baja población, pasos fronterizos, mineras y observatorios astronómicos.

El diseño incluye la concesión de las Redes de Acceso con Nodos de Agregación únicos tipo GPON, lo que se orienta a permitir el acceso hasta la última milla con conectividad universal para todos los prestadores en la capa servicios. Con ello se evita la duplicación o triplicación del despliegue de redes, permitiendo la amortización y escalabilidad de la red de forma más eficiente. Los estudios de SUBTEL estiman que permitiría reducir hasta en un 70% el costo de la Red de Accesos.

El modelo de inversiones que se propone está basado en la experiencia de las APP en el sector de infraestructura, que articula el financiamiento, la construcción y operación de infraestructuras basado en un contrato de largo plazo con una empresa privada, que debe incluir un adecuado sistema de gobernanza. El Estado chileno ya dispone de más de 20 años de experiencia de APP en infraestructura física y está en condiciones de extenderlo al sector de telecomunicaciones. Por ello se formulan las siguientes propuestas:

- El Modelo APP para la infraestructura de Banda ancha debe resguardar la neutralidad de la red y debe orientarse a permitir una “competencia por la cancha”, donde el acceso a la infraestructura está garantizado. En este contexto, la competencia se debe dar en la capa de servicios y no en la capa de infraestructura. El factor diferenciador en un mercado competitivo deben ser la calidad y el precio de los servicios. Esto significa que, para garantizar la inversión privada en este tipo de infraestructura, es fundamental distribuir los riesgos del modelo de negocio a 30 años.
- El diseño de Contratos de Concesión debe considerar sólo empresas de giro exclusivo que ganen las licitaciones. Las concesiones se harán por tramos de la infraestructura de Banda ancha antes descrita, con distribución de los riesgos entre los privados y el Estado. Para ello se ha propuesto estructurar el financiamiento bajo el modelo de Project Financing que considera proyectos sin historia y basado en flujos futuros y no activos. Sobre esta base es que se desarrollaron los modelos de concesiones de aeropuertos, viales, puertos, sanitarias).

- ¿Qué ocurre con las redes preexistentes propiedad los operadores actuales? El despliegue de la Red Troncal no pretende duplicar las redes preexistentes de alta capacidad, aunque debe considerarse que estas se valorizarán aún más porque se integrarán a una red de alcance nacional y de alta capilaridad. En este contexto, la propuesta plantea que aquellas redes con mayor estándar de capacidad puedan integrar al modelo de inversión ya sea: (i) como aporte de capital de los licitantes de las concesiones; (ii) interconectándose y operando separadamente; (iii) a través de contratos de largo plazo como parte de la red nacional de fibra óptica (arrendamiento a la tasa de costo de capital). De esta forma se reduce el incentivo a duplicar o triplicar el tendido y se incentiva la interoperabilidad de las redes, protegiendo las inversiones realizadas. Se valoran las redes preexistentes que se integran, mediante valoraciones independientes de acuerdo a su depreciación física, su tecnología y el valor económico de la red.
- Este modelo de inversión permite incentivos eficientes para llevar el equity requerido al 25%-30% y financiamiento de largo plazo a través de Bonos de Infraestructura adquiridos por Fondos de Pensiones, Compañías de Seguros y Fondos de Inversión y Soberanos, a través de un modelo desagregado con empresas concesionarias de giro exclusivo (SpV). El Fondo de Infraestructura recientemente aprobado por el Congreso podría apoyar financieramente, con garantías e inversiones³¹.

Conviene reiterar que las empresas concesionarias son especializadas en infraestructura y no puede proveer servicios a personas, empresas o instituciones. Con el objeto de evitar la integración vertical, los concesionarios deben ser sociedades de giro exclusivo que son supervisadas y reguladas por SUBTEL. Asimismo, los contratos de concesión deben asegurar la no discriminación, la neutralidad de la red y la seguridad de la operación, todas recomendaciones del Tribunal de Libre Competencia.

³¹ El Fondo de Infraestructura ya aprobado por el Congreso, es un Fondo para invertir y financiar proyectos APP y Concesiones. Este fue propuesto originalmente por el Consejo de Políticas de Infraestructura (CPI), bajo el concepto "infraestructura financia infraestructura". Es el primer Fondo en el mundo basado en Activos Concesionales y Valores Residuales. Se basa en el aporte de capital por parte del Estado de las concesiones preexistentes del MOP (autopistas y aeropuertos) y los pagos de los concesionarios al Estado en las relicitaciones.

Permite financiar, garantizar e invertir en el largo plazo en proyectos de infraestructura APP (funding & financing).

La fijación Tarifaria de las Concesiones, se haría en base a un modelo de autofinanciamiento de largo plazo, utilizando un modelo de empresa eficiente, costo de capital de largo plazo (WACC) en base al nivel de riesgo de la industria, reinversiones, demanda y OPEX en base a planes de inversión y operación con modelos de costos medios de largo plazo. A modo de ejemplo el costo de capital en empresas reguladas puede situarse en torno del 7-7,5% anual de largo plazo (30 años).

VI. LOS PRÓXIMOS PASOS

Impulsar un esfuerzo de esta naturaleza, implica un enorme esfuerzo institucional del próximo gobierno 2018-2021. Hay que diseñar y consensuar el modelo y la agenda de actividades con la industria de telecomunicaciones y con todos los sectores interesados en impulsar una infraestructura de Banda ancha de muy alta velocidad, baja latencia, alta capilaridad territorial, redundancia y resiliencia.

Ciertamente, el nuevo gobierno debe conformar el comité ministerial que liderará esta iniciativa, que sugerimos sea compuesto por los ministerios de Transporte y Telecomunicaciones, Hacienda y Economía. La SUBTEL debería operar como secretaria técnica de este comité y ella debe coordinar los equipos técnicos que impulsarán esta iniciativa, así como diálogo público-privado-académico que sea necesario desarrollar.

A continuación, se proponen las principales tareas a desarrollar:

1. 2018

Asignación presupuestaria para el período 2018-2021 para equipos técnicos coordinados por SUBTEL, que deberían por lo menos ser tres:

- a) Un Comité Estratégico para impulsar los diálogos con la industria de telecomunicaciones, el sector privado, el sector público, la academia y expertos que representen diversas sensibilidades políticas y sociales;
- b) El equipo técnico de diseño del modelo regulatorio que deberá diseñar el modelo de licitación, las formas de valoración de las redes ya existentes perteneciente a las compañías de telecomunicaciones y el modelo de regulación tarifaria. Se diseñan los contratos de concesión a treinta años, con distribución de los riesgos entre los privados y el Estado, para permitir estructurar financiamiento bajo el modelo Project Financing. Lo más relevante, es el diseño de los cambios legales y/o regulatorios necesarios para que un “operador de infraestructura” independiente de la provisión de servicios al usuario final, pueda actuar como un operador de servicios intermedio de telecomunicaciones.

c) El equipo de diseño de los cambios legales necesarios, sea en materia de institucionalidad (principalmente de SUBTEL) y aspectos legislativos y/o normativos del cambio regulatorio. Lo central es la revisión de la institucionalidad para fortalecerla y prepararla para el nuevo escenario de la convergencia de las redes. Esto incluye materias tales como:

- el modo de operación para la portabilidad en la red de acometida al usuario final, este tema es importante para no duplicar dichas redes aumentando el precio del acceso a Internet;
- la priorización de las inversiones para el despliegue de la red y construcción del plan de despliegue, este punto es relevante para aumentar la cobertura en un corto plazo.
- definición de estándares de calidad de las redes concesionadas, estos estándares son los que serán exigidos a los operadores de infraestructura.
- modo de utilización de infraestructura de terceros, como torres, postación eléctrica, viales, ferroviarias, redes preexistentes como los tendidos de F.O. de empresas de transmisión eléctrica, metro, UOCT, otros para el caso de la infraestructura urbana.
- preparación de las bases de las concesiones propuestas para operadores de servicios intermedios de comunicaciones (operadores de infraestructura).
- Licitación por parte de SUBTEL de las concesiones.

2. Años 2019-2020

El presupuesto para los años 2019–2022, debe incluir los equipos de trabajos requeridos para la implementación de las redes concesionadas y los equipos jurídicos para seguir avanzando en los temas institucionales.

- Adjudicación de los contratos e inicio de la ingeniería de detalles de cada una de las concesiones adjudicadas, asegurando que se cumplan los criterios de redundancia y resiliencia.
- Comienzo de las obras de despliegue de la red troncal y la red de acceso en su primera etapa según el plan de despliegue definido.
- Ajustes de tipo jurídico y/o regulatorios necesarios para el fortalecimiento institucional en las telecomunicaciones.
- Implementación de la nueva institucionalidad acorde con el nuevo escenario de convergencia de las redes.

Hacia finales del 2022 debería concluir el despliegue de la red troncal y de acceso, iniciándose las operaciones. Con ello, se iniciará la fase de inversiones privadas que, conjuntamente con el despliegue de las redes inalámbricas permitirá que Chile haya concluido lo principal de la infraestructura de Banda ancha de alta velocidad en el país.

