# INFORME FINAL

## CONSOLIDACIÓN, SÍNTESIS Y RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS DE DEMANDA, OFERTA Y MODELO DE INVERSIÓN APP EN CONCESIONES DE INFRAESTRUCTURA DE FIBRA ÓPTICA EN INDUSTRIAS INTELIGENTES.

10 de Octubre de 2017

## Índice


Introducción…….. 3

Estudio de la Situación de Demanda Futura de uso de Infraestructura de Telecomunicaciones en Hogares y Pymes ……..... 15

Estudio de Demanda Global de Servicios Públicos ..…… 22

Estudio de la Situación Actual y los Requerimientos de Demanda Futura de uso de Infraestructura de Telecomunicaciones de la Agroindustria …… 25

Estudio de Demanda de Infraestructura de Telecomunicaciones en el Área Geográfica de la Gran Minería del Norte y la Astronomía …… 31

Resumen de la Demanda de Tráfico de Datos Proyectada …… 35

Diseño Técnico de la Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones (TNIT) de Fibra Óptica ……..…… 39

Estudio de Modelos de Inversión y Explotación Bajo el Concepto de Asociación Público – Privada …… 48

Reuniones con Principales Operadores …….. 60

Conclusiones y Recomendaciones …… 71

## 1.- Introducción y Contexto:

Durante los últimos 15 años la productividad en Chile ha aportado negativamente al crecimiento económico. Sin duda las tecnologías digitales juegan un rol importante en el aumento de la productividad. El avance tecnológico, el Internet de las Cosas (IoT), Big Data y la analítica de esta información están permitiendo la llegada de lo que se denomina la **"Cuarta Revolución Industrial"** antecedida por la automatización de las industrias, hecho que cambiará radicalmente la forma de operar los sistemas productivos y la forma de proveer servicios. El desafío no será cómo generar la tecnología que se requiere para que esto ocurra, sino prepararse para la llegada de estas tecnologías.

El Ministerio de Economía a través de Corfo está llevando a cabo los Programas Estratégicos de Especialización Inteligente para la Competitividad, cuyo objetivo es contribuir a mejorar la competitividad de un sector y/o plataforma habilitante, en ámbitos donde existe un alto potencial de generación de valor o crecimiento, a través de la resolución de brechas y fallas de coordinación entre agentes públicos y privados, generando con ello un mejor entorno para la productividad, la innovación y el emprendimiento. Lo anterior en un ejercicio de articulación entre los sectores privado, público y académico.

Entre los Programas Estratégicos en implementación, se encuentra el **Programa de Industrias Inteligentes**, el cual se ocupa de las brechas existen en Chile para la adopción de las nuevas tecnologías digitales, internet industrial, big data, y todo lo que implicará la cuarta revolución industrial. La estrategia desarrollada por el Programa Estratégico Industrias Inteligentes de Corfo, es trabajar principalmente en cuatro ejes estructurales que habilitarán la Digitalización de la Industria, esto son:

- **Infraestructura Digital**: Esto es promover inversiones para la modernización de las redes de comunicaciones, para que éstas sean de alta velocidad, con bajas latencias, resilientes, seguras. Además, este eje incluye otros temas de mucha importancia como lo son la Ciberseguridad industrial y la digitalización del territorio.
- **Estandarización e interoperabilidad:** Temas muy importantes para la disminución de costos al momento de incluir nuevas tecnologías a los

procesos productivos, además de crear nuevas oportunidades para la industria tecnológica local.

- **Capital Humano con capacidades tecnológicas verticales**: Las necesidades de la industria serán diferentes a las actuales, y dependerán fuertemente del tipo de industria, esto es, si es minera, de construcción, médica, etc. Estas nuevas necesidades con una mirada prospectiva es la que debemos identificar.
- **Desarrollo de proveedores:** Este es otro eje importante, sin embargo, pensamos que el desarrollar los tres ejes anteriores permitirá en gran parte el desarrollo de este último.

El Programa seleccionó inicialmente cuatro verticales de importancia para el país con el fin de desarrollar los ejes transversales antes mencionados, estas son: Minería, Agroalimentos, Ciudades Inteligentes, y Astronomía.

La visión del programa a 2025 es “Chile, un país que transforma su matriz productiva, con ***industrias y servicios de excelencia*** **para ser un actor a nivel global**, mediante la implementación acelerada de ***soluciones inteligentes especializadas,*** basadas en tecnologías y servicios digitales.” Actualmente el Programa Estratégico Industrias Inteligentes, se encuentra en su primer año de implementación y basa su accionar en el despliegue de un grupo de iniciativas priorizadas de la Hoja de Ruta, asociadas a las verticales y ejes mencionados.

Corfo a través del Programa Estratégico Industrias Inteligentes, en conjunto con la Subsecretaría de Telecomunicaciones y FIE, están desarrollando el proyecto denominado “**Infraestructura Digital para Industrias Inteligentes**”, para lo cual se encuentra diseñando y desarrollando la aplicación modelos de concesión bajo la modalidad de Asociación Publico Privada (APP), con el objetivo de crear un backbone nacional “open access” y dar cobertura focalizada en sectores comerciales, industriales y agrícolas, comunas y/o localidades de escasos recursos, educación, salud, gobierno en general, actividades científicas, centros tecnológicos y entre muchas otras. En este contexto la Subsecretaría de Telecomunicaciones adjudicó seis estudios que permiten generar un levantamiento de información, obtener los indicadores técnicos, legales y económicos para estudiar las alternativas, sobre la base del concepto de operadores de servicios intermedios de telecomunicaciones de un modelo de inversión Asociación Público Privada para una red de alta velocidad,

en concordancia con las políticas públicas de largo plazo que se encuentran en implementación, como por ejemplo la Fibra Óptica Austral, la conectividad submarina Asia Pacífico, con el fin de mejorar e incrementar la infraestructura de telecomunicaciones del país, asegurando un acceso igualitario y una plataforma robusta que permita mejorar la productividad de los sectores económicos; lo que se traduce en un plan de desarrollo e inversiones concretos para los próximos 5 años.

El Plan Nacional de Infraestructura Digital a través de un modelo de inversión de Asociación Público Privado (APP), es el proyecto más importante de implementar en materia de infraestructura para la conectividad digital del país. Busca completar la conectividad de Banda Ancha a todo Chile a través de un tendido de fibra óptica, aumentando la conectividad del transporte de datos, desarrollar despliegues regionales de conectividad, de acceso abierto, conectados a una columna vertebral de redes en todo el territorio nacional, junto con conectar a regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes según las políticas de zonas extremas. En efecto, tal como se desarrolla en el presente Informe, la conectividad digital del país se ha desplegado en las últimas décadas en base a la superposición de tecnologías y el escalamiento de servicios de voz y datos en un mercado competitivo donde los operadores actuales han permitido alcanzar estándares internacionales de cobertura, con rápidos crecimientos en la industria móvil, servicios especializados a empresas y servicios a hogares y pymes. Reconociendo este avance significativo y dinámico en la industria de telecomunicaciones del país, se han detectado ciertas fallas de mercado que unidas al requerimiento de entregar internet como un servicio básico y neutral a hogares, instituciones y empresas, hace necesario que el Estado desarrolle y fomente a través de un modelo concesional de asociación público privada el necesario despliegue de fibra óptica de alta capacidad para la próxima década.

Un primer paso significativo en esta línea fue la licitación de la Fibra Óptica Austral (FOA) que permitirá cubrir una importante porción del territorio con infraestructura digital, sin necesidad del transporte de datos por fuera del territorio nacional para llegar a las zonas australes del país, un tema de suma importancia desde el punto de vista geopolítico y de seguridad nacional. En efecto, Internet se ha transformado una infraestructura crítica para nuestro país y en general para todos los países del mundo. Durante el terremoto del 27F, Chile estuvo sin Internet durante 6 horas. Asimismo, aluviones o incendios en las inmediaciones de la Ruta 5, han generado, con posterioridad, cortes parciales y con efectos magnificados, debido a la alta concentración de

sistemas de inteligencia crítica para las telecomunicaciones en la ciudad de Santiago, como los HLR, HSS y sistema de traducción de la portabilidad. Las características de nuestras redes, casi 8 años después, hacen que un evento de igual naturaleza, pueda tener impactos muy superiores a los observados en su oportunidad.

Del análisis anterior se desprenden los fundamentos de la necesidad urgente de un Plan de Infraestructura de Fibra Óptica con despliegue en los próximos 5 años:

- La conectividad confiable de datos a través de **redes resilientes** de fibra óptica es hoy en día una exigencia de **Seguridad Nacional**.

- La infraestructura digital se ha transformado en **infraestructura crítica**, para todas las actividades económicas, sociales, administrativas y culturales del país; lo que exige que las redes digitales deben estar a su capacidad plena, con **respaldo y redundancia** que salvaguarde al país de cortes en **caso de catástrofes**.

- Las redes de fibra óptica deben permitir un adecuado **equilibrio territorial** del país de sus comunicaciones, permitiendo que todas las zonas urbanas y rurales tengan similares estándares de conectividad, permitiendo su **desarrollo y descentralización**, eliminando de esta forma la desigualdad que se produce al no tener incentivos de mercado a invertir en determinados segmentos o zonas del país.

- Los requerimientos de capacidad, velocidad, calidad y neutralidad de la red de fibra óptica para el desarrollo de industrias inteligentes es un requerimiento económico prioritario para aumentar la productividad, la competitividad y la exportación de servicios del país. La subinversión en la red de fibra óptica reducirá el crecimiento potencial de la economía.

- El crecimiento de la demanda digital está empujando rápidamente las necesidades de inversión en redes de alta velocidad y baja latencia lo que está ocurriendo en todos las economías de ingresos medios y altos, sin embargo las capacidad de inversión de los operadores en un marco de “competencia en la cancha” es limitado, tanto en riesgo como en rentabilidad, generando una brecha continua y creciente de rezago de inversión en banda ancha fija.

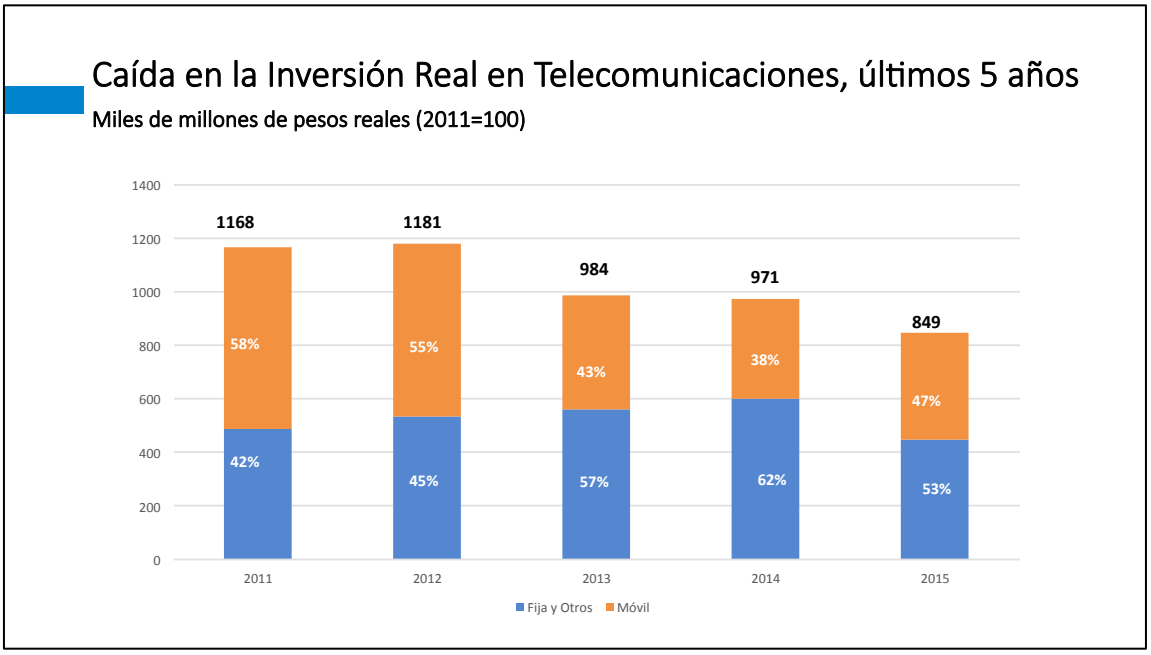



Gráfico Inversión Real 2011-2015: Elaboración Propia

En efecto, de acuerdo al reciente estudio de la U. De Chile (Piquer, Junio 2017) que se encuentra evaluando y monitoreando la Red Trocal de fibra óptica, se observa un creciente deterioro en la calidad de la red troncal en muchos puntos del país, internet debe maximizar su disponibilidad en emergencias, dado que es el servicio más crítico, por lo que se requiere Infraestructura de fibra óptica redundante/separada, puntos de intercambio y ruteo pre-acordado en emergencias. Los trazados redundantes deben estar lejos de la Ruta 5 y la capilaridad en poblados remotos debe servir para agregar anillos al trazado

Desde el punto de vista del servicio, las actuales redes de telecomunicaciones, en particular los puntos de acceso a la redes troncales, están concentrados en el 23% de las ciudades que reúnen el 80% de la población. El 77 % de las localidades no cuenta con un acceso de estas características, limitando un desarrollo equilibrado de la infraestructura de redes  lo largo del territorio. Esto limita fuertemente la inclusión digital, desde el mejoramiento de la calidad de vida, derechos básicos, oportunidades educativas y laborales, acceso universal hasta el desarrollo productivo.

La visión de transformar a Chile en un Hub Digital del Hemisferio Sur requiere desarrollar redes de fibra óptica de alta capacidad para que Chile sea un país

donde se puedan instalar centros de datos y se procesen grandes volúmenes de información.

Nuestro país debe contar con la infraestructura adecuada a los desafíos de crecimiento económico y social. Dentro de los objetivos fijados para este Plan, se encentra:

a) Mejorar las condiciones de infraestructura de telecomunicaciones, para generar ganancias de productividad y facilitar el crecimiento económico.

b) Establecer condiciones de equidad para que todos los chilenos tengan acceso a las tecnologías de información y comunicación (TIC), comenzando por zonas extremas y comunidades indígenas del país.

Adicionalmente el Plan Nacional, ya establece metas y objetivos a desarrollar al año 2020:

a. El Estado planificará y liderará el desarrollo y uso de infraestructura en telecomunicaciones, mediante una alianza público-privada.

b. Avanzar hacia estándares OCDE en cobertura, precio y velocidad de Internet a los hogares.

En el cumplimiento de estos objetivos es que este Plan tiene como base 3 componentes principales:

a) Adquisición y disposición de Capacidad Internacional.

b) Red Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones.

c) Capilaridad y Redes de Acceso Usuario Final.

En este sentido, el impulso y respaldo que ha otorgado CORFO para la concreción del PNIT ha sido fundamental, permitiendo el avance en una primera etapa de estudios, que permitirán dotar a la autoridad de los insumos suficientes para la toma de decisiones en materia de políticas públicas que permita la concreción de este Plan. Éste incluirá las actividades del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FDT), así como también las Concesiones de Servicios Intermedios que provean únicamente Infraestructura

de Telecomunicaciones sumado a alianzas público privadas que permitan la materialización de las obras necesarias para este objetivo.

El Ministerio de Economía Fomento y Turismo, se encuentra liderando una agenda de productividad, innovación y crecimiento, para lo cual como primera medida creó el Fondo de Inversiones Estratégicas (FIE). Durante el año 2016, Subtel se integró a dichos fondos para la realización de un proyecto llamado **"Iniciativas de Infraestructura Digital para Industrias Inteligentes"**, el cual fue aprobado a mediados de ese mismo año. Este proyecto, busca mejorar la productividad de determinados sectores económicos, incorporando el uso intensivo de tecnologías digitales dentro de los procesos productivos. A la vez, pretende diversificar la matriz productiva mediante el uso de estas tecnologías por medio del desarrollo de nuevas aplicaciones y servicios en los sectores tradicionales de la economía nacional.

Las tecnologías digitales, permiten disponer de nuevas modalidades para la entrega de bienes y servicios, haciendo que ellas sean cada vez más relevantes para el desarrollo y sustentabilidad económica del país. A nivel mundial, la infraestructura y los servicios para proveer acceso a Internet, están asumiendo una importancia estratégica para el desarrollo de los países. Esto se ha visto materializado a través de diferentes políticas de fomento al acceso y extensión de las redes, para fines productivos, sociales y de gestión pública.

Con el objetivo de contar con la información necesaria para definir la políticas públicas más adecuadas que permitan al país avanzar en la línea señalada, Subtel licitó a fines del año 2016, seis estudios orientados a conocer de manera actualizada y documentada las condiciones de demanda, oferta y modelo de asociación público privada, para potenciar el desarrollo de la infraestructura digital en diversas industrias de la economía nacional.

Los estudios realizados y que se encuentran liberados desde principios del año 2017 son los siguientes:

a) Estudio de la Situación de Demanda Futura de uso de Infraestructura de Telecomunicaciones en Hogares: El objetivo fue contar con una asesoría experta para la realización de un estudio prospectivo, a mediano y largo plazo de las necesidades de conectividad de banda ancha en los hogares, pequeñas y medianas empresas en Chile.

   El estudio fue llevado a cabo por la empresa E-VOLUTION. Se trata de una consultora empresarial chilena, formada por profesionales

multidisciplinarios con más de 15 años de experiencia en diferentes temáticas de gestión. Esta empresa se especializa en materias de Desarrollo Digital, Planificación Estratégica Participativa, Gestión de Personas y Sistemas de gestión.

b) Estudio de Demanda Global de Servicios Públicos: Este estudio buscó una asesoría experta para implementar también un estudio prospectivo a mediano y largo plazo, de las necesidades de conectividad de alta velocidad de datos en los Servicios Públicos del país.

El estudio lo realizó la empresa Geotopp Consultores SpA. Geotopp es una consultora nacional que reúne a un equipo de profesionales expertos en análisis territorial y Sistemas de Información Geográfica, desempeñándose en el desarrollo de estudios territoriales tanto para empresas privadas como públicas.

c) Estudio de la Situación Actual y los Requerimientos de Demanda Futura de uso de Infraestructura de Telecomunicaciones de la Agroindustria: Este estudio planteó como objetivo general, estimar la demanda futura de uso de datos a 20 años y de infraestructura de telecomunicaciones a 5 y 10 años, para el sector agrícola, con el propósito de visibilizar los requerimientos del uso de infraestructura de telecomunicaciones para ser considerados en el diseño de una red troncal nacional de infraestructura de telecomunicaciones. La demanda estimada se centró específicamente en las actividades de fruticultura de exportación y su extensión a otras áreas agrícolas para la digitalización de sus procesos para apoyar el desarrollo de la agricultura de precisión.

El estudio fue llevado a cabo por la empresa Savtec Tecnología. Se trata de una compañía creada el año 2007 para posicionarse en el mercado tecnológico nacional ofreciendo productos, servicios y soluciones de telemetría, control de asistencia y acceso, gestión de desempeño y gestión de uso recursos para proyectos.

d) Estudio de Demanda de Infraestructura de Telecomunicaciones en el Área Geográfica de la Gran Minería del Norte y la Astronomía: El objetivo de este estudio, fue contar con una estimación de la demanda actual y futura de servicios de transporte de alta velocidad para la gran y mediana minería y para la investigación astronómica, entre la región de Arica y Parinacota y la Región Metropolitana. Fue proyectada a 5, 10 y 20 años, para el diseño de infraestructura de telecomunicaciones que soporte el

desarrollo de los actuales y futuros procesos productivos y de investigación que incorporen procesamiento y almacenamiento de grandes cantidades de datos. Asimismo, buscó contar con antecedentes básicos acerca de las actuales redes inalámbricas que operan tanto en superficie como subterráneas, en las operaciones mineras y en entornos de los centros astronómicos de esas regiones y su evolución tecnológica esperada.

El estudio fue realizado por la empresa Addere Ltda. Esta es una empresa dedicada a la Gestión Tecnológica y Desarrollo del Ecosistema de Innovación y Tecnología que atiende a clientes del área de I&D, gobiernos y organizaciones internacionales

e) Diseño Técnico de la Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones (TNIT) de Fibra Óptica, Requerida para las Necesidades de la Industria 4.0: Los objetivos generales de este estudio, se orientaron a disponer de un estudio técnico de la TNIT, con tenga en consideración el despliegue de infraestructura óptica y radioeléctrica y de aquellos sistemas y/o equipos de inteligencia necesarios para optimizar el uso de dicha infraestructura, a objeto de asegurar y garantizar la calidad de los servicios de telecomunicaciones que se soporten y presten sobre ella y, convirtiéndose de este modo en la estructura basal del desarrollo digital del país y en la principal herramienta para liderar a nivel internacional la Cuarta Revolución Industrial. Además se espera contar con una definición básica de principios y criterios para una adecuada administración y gestión de estar red troncal.

El estudio fue realizado por la empresa Regulación – Mercados, Grupo Consultor. Esta empresa, fue fundada en el año 2000 y se ha desarrollado en la especialidad de consultoría en el mercado de las telecomunicaciones, transportes, tecnología, retail, minería energía y aguas. Incorporó para este estudio un grupo importante de profesionales de vasta experiencia en el diseño de redes de transmisión de fibra óptica terrestre, submarina y de Datacenter.

f) Estudio de Modelos de Inversión y Explotación Bajo el Concepto de Asociación Público – Privada: El propósito de este estudio, fue contar con un análisis que evalúe en forma detallada los distintos modelos de inversión en base a una asociación Público Privada (APP), público y/o privada para la implementación del Plan Nacional de Infraestructura de

Telecomunicaciones en sus tres componentes, a objeto que se proporcione valor al dinero invertido por privados en materia de infraestructura de telecomunicaciones y que proporciones recomendaciones fundadas al regulador para futuras modificaciones normativas y para la implementación de proyectos de fomento de telecomunicaciones.

El estudio fue implementado por la empresa Zagreb Consultores Limitada. Es una empresa creada hace 12 años y formada por Ingenieros Civiles Electricistas de la Universidad de Chile en forma permanente además de profesionales asociados para proyectos específicos. Es una empresa especializada en consultoría de telecomunicaciones y control de gestión, ofreciéndole a las empresas públicas y privadas servicios profesionales de asesoría y consultoría destinados a obtener el máximo provecho de las telecomunicaciones y tecnologías de la información (TIC), como herramientas estratégicas de apoyo al negocio.

Como es posible apreciar, estos estudios se han estructurado a partir de la determinación actual y futura de la demanda de conectividad de banda ancha de los hogares, servicios públicos y áreas de interés productivo para la economía nacional (como la agricultura, minería y astronomía). Con esa información se ha buscado diseñar y determinar las características de una red Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones, que, bajo una Concesión de Servicios Intermedios para la prestación de Infraestructura de Telecomunicaciones, permita cubrir estas necesidades del país por los próximos 20 años, bajos estándares de calidad y costo de acuerdo a los países de la OCDE. Asimismo, se ha profundizado en las diferentes alternativas de asociación público y privada, para llevar delante de la mejor forma posible, a la realidad esta solución.

La importancia de estos estudios y de su materialización, radica en que Internet se ha transformado en la principal infraestructura de telecomunicaciones y por lo tanto ha pasado a tener la importancia de una infraestructura crítica para el país. Tanto los ciudadanos como la economía se han vuelto dependientes de este servicio. Su disponibilidad ante emergencias (muy recurrentes por la naturaleza de nuestro país), requiere de una infraestructura con mayor resiliencia que la actual, buscando mejorar la calidad de la redundancia de las redes, mediante trazados efectivamente complementarios y respaldados, que permitan al país garantizar la continuidad de las comunicaciones ante siniestros.

Por otra parte, el país pese a contar con altos grados de penetración de internet, mayoritariamente esta se da a través de redes móviles. La cobertura de fibra óptica en hogares en el año 2015, llegaba al 3% de ellos y al 8% de las empresas, con una velocidad promedio de 5 Mbps. Esto es alrededor de 5 veces por debajo de los países más desarrollados en esta materia como Corea y Japón. Observando la evolución de países más adelantados, se prevé que para los próximos 20 años, el tráfico se multiplicará por 32 veces. No hay industria que presente estos grados de crecimiento interanual, de manera sostenida y por tan largo plazo, materia por lo cual este desafío debe ser abordado con una visión estratégica de país.

Actualmente los operadores de telecomunicaciones, compiten por los clientes finales, desarrollando tanto la oferta de servicios como de infraestructura de red, asumiendo todos los riesgos de mercado y de obsolescencia tecnológica, con plazos de maduración de inversiones cortos (del orden de 5 años). Así, los recursos de capital para las inversiones en infraestructura, compiten con otras inversiones de maduración más corta (productos, contenidos, aplicaciones, terminales móviles, Datacenter, etc.). Al mismo tiempo, la disposición a pagar de los nuevos hogares que se incorporan al mercado, es de menor cuantía y por lo tanto sujetos a ciclos de maduración mayores. Los riesgos tecnológicos a 30 años son castigados en la las tasa de financiamiento del mercado de capitales, a la vez que se perfilan estructuras de costos subaditivas en el mercado de la infraestructura de fibra óptica nacional.

Basado en este diagnóstico, es que resulta atractivo estudiar el modelo de asociación público privada y de concesiones, que resguardando la neutralidad de la red, permita una competencia a nivel de servicios y no de infraestructura, a la vez que distribuye apropiadamente los riesgos de modelos de negocio de largo plazo (30 años).

El Fondo de infraestructura, en una Ley que se encuentra en el Parlamento, destinada a fomentar la inversión y financiamiento de proyectos de asociación público privada y concesiones. Este fondo se estima tenga un valor financiero de US$ 30.000 millones y un valor contable de US$ 9.000 millones y que pueda financiar inversiones en todos los ámbitos de las concesiones de infraestructura, incluyendo la concesión de fibra óptica. Es por lo tanto una alternativa relevante para estudiar la forma de financiar las necesidades de infraestructura de telecomunicaciones del país por los próximos 30 años.

El presente estudio, se centra en consolidar los 6 estudios antes mencionados, para establecer un marco de demanda y de necesidades del inversión del país,

para contar con una red de fibra óptica de cobertura nacional que permita hacer frente las necesidades del país en la materia por las próximas décadas y que defina los lineamientos más factible para contar el financiamiento que haga posible disponer de esta infraestructura en forma oportuna a las necesidades de crecimiento que el mercado demandará.

**2.- Estudio de la Situación de Demanda Futura de uso de Infraestructura de Telecomunicaciones en Hogares y Pymes:**

Chile presenta retrasos en materia de acceso y velocidad de Internet en comparación con países de la OCDE. Su cobertura es dispar, ya que algunas partes del territorio tienen niveles de acceso a Internet similares a países de economías avanzadas, como es el caso de Bélgica (país de US$ 40 mil per cápita), mientras que a sólo unos pocos kilómetros de distancia, la cobertura desciende a niveles de países como Bolivia o India (PIB de US$ 1.500 per cápita).

El principal factor de demanda que determina los valores para el dimensionamiento de una red de telecomunicaciones, es el consumo de los hogares. Estos representan el 99% de la demanda total, mientas que menos de 1% está determinado por las Pymes.

Es importante entender que el diseño de las redes de telecomunicaciones, al igual que la infraestructura vial, se basan en función de la hora cargada. Esto es, aquella hora del día en que se concentra la mayor demanda por el servicio. Para Internet, esta hora se encuentra entre las 22:00 y 23:00 horas en el segmento de los hogares y entre las 11:00 y 12:00 para las Pymes. Dado el mayor consumo del segmento de los hogares y la separación horaria con el segmento de las Pymes, ocurre que la demanda pico en la hora cargada de los hogares es la que determina los valores para el diseño de una red que pueda soportar la totalidad del tráfico.

Chile, a fines del año 2016, poseía un tráfico total en la hora cargada de 1,1 Tbps. Mientras que las Pymes de solo 207 Gbps.

Los valores anteriores constituyen la línea base de la demanda sobre la cual se busca proyectarla hacia un horizonte de 5, 10 y 20 años.

El tráfico de internet ha tenido altas tasas de crecimiento en los últimos años, esto es prácticamente duplicándose cada dos años. Esta tendencia, a una menor velocidad, se mantendrá de forma sostenida aún por muchos años, impulsada principalmente en forma estructural, por el tráfico de video generado por el segmento de los hogares, pasando a ocupar al cabo de 20 años cerca del 80% del tráfico total. En este mismo periodo, el tráfico de Internet, se multiplicará por 45 veces llegando a 49,1 Tbps en la hora cargada como se ilustra en la Tabla Nº 1

**Valores en Tbps en la Hora Cargada**

| Tipo de tráfico | Año 0 | Año 5 | Año 10 | Año 20 |
|---|---|---|---|---|
| Video | 0,6 | 4,5 | 16 | 38,4 |
| No video | 0,4 | 1,2 | 2 | 4,9 |
| Otros | 0,08 | 0,36 | 1,63 | 5,8 |
| **Total tráfico** | **1,1** | **6,1** | **19,6** | **49,1** |

Tabla Nº 1: Proyección de Tráfico de Internet a 5, 10 y 20 años por componentes.
(Valores en Tbps en la Hora Cargada)

Existe consenso de varios estudio internacionales, respecto del impacto de la Banda Ancha en el crecimiento económico y el nivel de desarrollo de los países. Se argumenta que la oferta de servicio, capacidades y velocidades de Internet inciden en el ingreso per cápita y en las diferencias de productividad de los países. Las inversiones en este tipo de infraestructura tienen un efecto multiplicador que produce externalidades positivas impulsoras del desarrollo económico y del bienestar de los hogares.

También es importante tener en consideración que Internet como plataforma de comunicación y de información, puede reducir disparidades entre diferentes territorios y dar oportunidades a los países para reorganizar su actividad económica y aumentar su productividad.

Como se indicó previamente, la hora cargada, en la que se concentra la mayor cantidad de tráfico de Internet, está ubicada entre las 22:00 y 23:00 horas para los hogares. Este comportamiento no varía ni entre localidades ni entre distintos días de la semana. Asimismo, la concentración de la hora cargada del segmento de las empresas, se concentra entre las 11:00 y 12:00 horas, pero su volumen no supera al de la hora cargada residencial, por lo que las empresas utilizan este último dato para el dimensionamiento de sus redes. Cabe hacer presente también, que el 6,9% del tráfico de un día, se concentra en la hora cargada.

En la figura Nº 1, se muestra el patrón de tráfico de Internet, estructuralmente determinado por el consumo de los hogares.

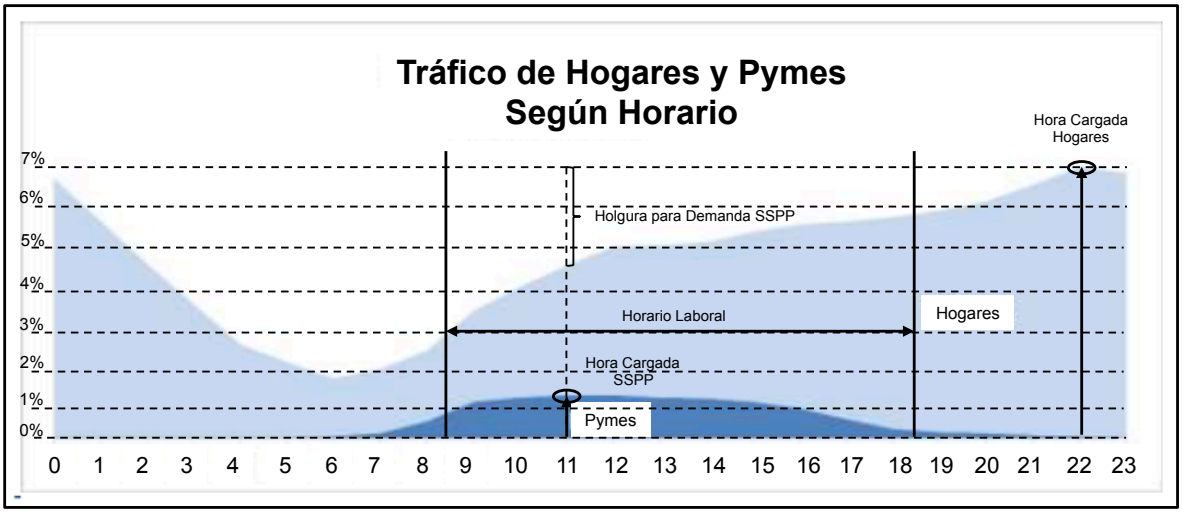



Figura Nº 1: Patrón de Tráfico Horario de Consumo de Internet
(6,9% de Tráfico Concentrado en la Hora Cargada)

El estudio de demanda al que se hace referencia en este punto, consideró el volumen total de tráfico cursado en el mes por los distintos tipos de dispositivos (PC, notebooks, tablets, smartphones, consolas, Smart TV y sensores). 1/25 de este volumen de datos (unidad de información) es cursado en un día representativo del mes y el 6,9% de este volumen se concentra en la hora cargada. Aplicando estos factores y el valor de 3.600 segundos en la hora cargada, se concluye que el tráfico total a nivel del país, es de 1,1 Tbps. Este valor es muy cercano a los valores observados por esta consultora para el segundo semestre del año 2016 como throughput máximo.

Cabe también hacer presente que este tráfico es mayoritariamente de bajada, es decir en sentido desde internet hacia el cliente, aproximadamente en una proporción 87% a 13% (bajada / subida). Esto obedece en gran medida al tipo de consumo de información requerido por el usuario respecto de aquella enviada por el (por ejemplo el video es casi en un 100% tráfico de bajada y prácticamente nulo de subida). Este comportamiento de los usuarios ha hecho que algunas tecnología se hayan adecuado a este patrón asimétrico para sacar un mejor desempeño de las redes de acceso, como por ejemplo el ADSL. De ahí su nombre de “Asymmetric Data Suscriber Loop”). Sin embargo, esta tecnología no se hace cargo de las nuevas necesidades de aplicaciones más intensivas en el tráfico de subida, como por ejemplo la video conferencia. No es de sorprenderse que la calidad de las video llamadas, no sea la óptima aún cuando se disponga de buena velocidad de bajada, esto porque la parte remota no puede subir el contenido a la velocidad requerida.

La infraestructura que posee el país, es insuficiente para satisfacer la demanda de tráfico y de capilaridad de cobertura necesaria a futuro. Incluso en la actualidad, la calidad de la oferta de los servicios de Banda Ancha se encuentra bajo los estándares definidos por la OCDE. Esto afecta la competitividad para las empresas, las que requieren un estándar más elevado.

Es por ello que resulta necesaria la formulación de políticas públicas para incentivar la inversión tanto en redes troncales como de acceso y el estudio de los mecanismos de financiamiento que se puedan hacer cargo de una infraestructura que, por su evolución, ha adquirido el carácter de crítica para la nación. Es particularmente importante una política sectorial que se encargue del desarrollo de aquellas áreas más retrasadas en cuanto al acceso y calidad de los servicios digitales, que suelen concentrarse en aquellas zonas en que el mercado no es capaz de servir de manera eficiente, fundamentalmente porque no resultan rentables para el sector privado.

El video, en sus diferentes aplicaciones, será el servicio que marque mayoritariamente las tendencias de crecimiento del tráfico de Internet, alcanzando al 80% de del tráfico total de Internet. Esto sumado a una penetración del 90% de lo hogares y el desarrollo de nuevas aplicaciones, harán que el crecimiento se multiplique por los factores antes señalados dentro de los próximos 20 años.

Descartando por un momento la disponibilidad de infraestructura para poder llevar el servicio a los clientes, el hecho de que la hora cargada esté definida por el segmento residencial, hace que exista una holgura de capacidad en la hora cargada de las empresas que se encuentra dentro del horario laboral. Esto hace posible pensar en un mejor uso de la infraestructura para las empresas y en particular para las Pyme, en que por medio de políticas públicas se puede incentivar un mayor uso de Internet sobre capacidad disponible como una herramienta de aumento de su productividad.

Sin embargo, esta realidad solo es factible en las zonas debidamente cubiertas. La brecha de cobertura, especialmente en sectores menos atractivos económicamente, necesita ser subsanada por medio de políticas públicas apropiadas y, en forma temporal, a través de servicios de Banda Ancha Móvil, hasta que tales sectores cuenten con soluciones más estructurales. Esta tecnología móvil puede ofrecer una solución de mediano plazo para necesidades de conectividad fija, pero resulta necesario mejorar la cobertura de las redes móviles, especialmente de aquellas compañías más jóvenes en el

mercado, para quienes la ley de torres implicó el establecimiento de una barrera de entrada respecto de las compañías que disponían de una mayor cobertura de red al momento de su entrada en vigencia.

Finalmente cabe señalar que por lo pronto el IoT, no se vislumbra como una tecnología altamente demandante de tráfico.

Si bien el video marca la tendencia del crecimiento del consumo del tráfico, es importante tener en consideración que el uso de Cashing o CDN ("Content Delivery Networks"), a través de la distribución eficiente de servidores puede acercar el contenido hacia los clientes finales, mejorando a la vez su experiencia de uso, al tener un menor retardo. La experiencia actual, demuestra que este tipo de soluciones pueden reducir en hasta un 30% los volúmenes de tráfico de Internet a nivel troncal. También las soluciones de Peering, esto es la conexión local con grandes proveedores de información como Google por ejemplo, pueden mejorar los requerimiento del tráfico en cerca de un 20% adicional. Estos factores, no aparecen expresamente mencionados en el estudio a que se refiere este apartado ya que no cambian el comportamiento de uso de los clientes, pero sí pueden hacer más eficiente la construcción de las redes que satisfagan estas necesidades.

Sin perjuicio de todo lo señalado previamente, es posible cuestionarse acerca de qué grado de exactitud puede tener una proyección efectuada a 20 años plazo, en particular en una tecnología como las comunicaciones digitales y los aplicativos que hacen uso de ellas. Sin embargo, la respuesta puede ser algo más simple y ello radica en el hecho de que el objetivo de estas proyecciones, es poder determinar las inversiones necesarias para poder satisfacer dicha demanda.

Es un hecho que la fibra óptica es, y continuará siendo por muchos años más, la tecnología que permita las mayores velocidades de transferencia de datos. Incluso para tecnologías como 4G o 5G, la base de la conectividad de los eNodeB (Nodos de red Inalámbrica) es en la actualidad mayoritariamente efectuada por medio de fibra óptica hacia el Core de las redes móviles. De hecho en la figura Nº 2, se muestra el ancho de banda comparativo que este medio puede cursar, en comparación con otros medios de comunicación cómo el satélite, el cable coaxial o el par de cobre.

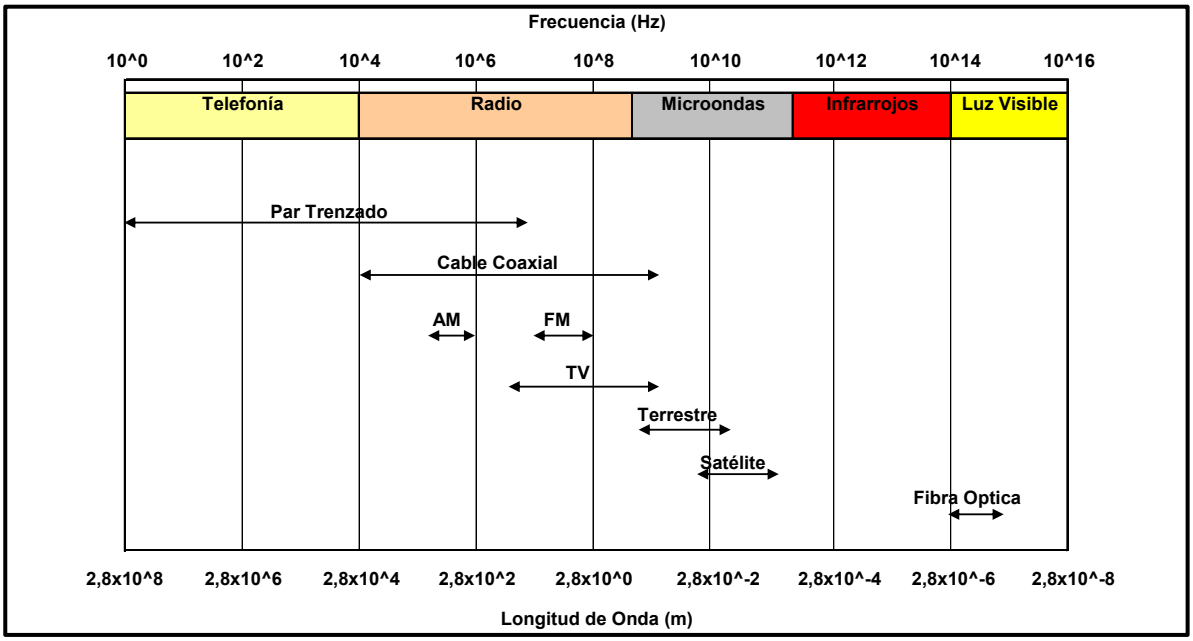



Figura Nº 2: Ancho de Banda Capaz de ser Transmitido por Diferentes Medios de Transmisión

Dicho esto, es también una realidad que el despliegue de este medio de transmisión para cubrir las necesidades del país, es en principio de carácter geográfica. Así, como se señala más adelante en el Diseño Técnico de la Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones (TNIT) de Fibra Óptica, Requerida para las Necesidades de la Industria 4.0, el primer punto a observar es que dicho estudio señala que a nivel troncal, se requiere un total de 24.479 kilómetros, para dar conectividad 409 localidades que concentran una población de más de 5.000 habitantes cada una. Esto bajo un diseño de red con alto nivel de redundancia, basada en tres tendidos nacionales (submarino, costero e interior) y los correspondientes anillos regionales.

En síntesis este tendido, es necesario independiente de un mayor o menor grado de velocidad, ya que es por excelencia la única tecnología que puede proyectarse por los próximos 20 ó 30 años, su extensión depende del alcance de cobertura que como país pretendamos tener.

Por otra parte, como está señalado en la Tabla Nº 2, en base al mismo estudio analizado previamente, se puede considerar que aproximadamente un 20% de la inversión en una red troncal de transmisión, es dependiente de la electrónica,

que en definitiva es la que tiene directa relación con la demanda medida en términos de tráfico. Esto hace que el grado de incerteza en las inversiones derivados de errores en la proyección de la demanda, sea poco incidente, ya que la decisión estructural y el grueso de las inversiones pasa, básicamente por el acceso geográfico masivo de la fibra óptica como medio de transporte.

| Item | Cantidad | Unidad | Unitario US$ | Valor Total US$ |
|---|---|---|---|---|
| Terrenos | 423 | Sitios | 16.029 | 6.780.449 |
| Obras Civiles, Clima y Fuerza | 423 | Sitios | 119.091 | 50.375.460 |
| Equipos de Red Troncal | 62 | Nodos | 885.110 | 54.876.800 |
| Equipos de Red Subtroncal | 241 | Nodos | 59.783 | 14.407.800 |
| Equipos de Acceso Directo | 106 | Nodos | 32.452 | 3.439.950 |
| Amplificadores Ópticos ILA | 54 | Nodos | 15.000 | 810.000 |
| Instalación Equipos de Red y Puesta en Marcha | 463 | Nodos | 23.758 | 11.000.000 |
| Fibra Óptica Terrestre Soterrada | 12.513 | Kms | 28.350 | 354.743.550 |
| Fibra Óptica Terrestre Aérea | 7.407 | Kms | 22.050 | 163.324.350 |
| Modernización de la Red | 463 | Nodos | 182.580 | 84.534.550 |
| Fibra Óptica Submarina Arica - Carelmapu | 3.461 | Kms | 31.286 | 108.280.846 |
| Fibra Óptica Submarina Puerto Montt - Puerto Williams | 966 | Kms | 34.463 | 33.291.224 |
| Sitios de Microondas | 4 | Sitios | 300.000 | 1.200.000 |
| Repuestos | 463 | Nodos | 5% Equipos y Cable | 18.915.228 |
| Instrumental | 15 | Regiones | 250.000 | 3.750.000 |
| Imprevistos | na | na | 2% Proyecto | 18.194.604 |
| | | | **TOTAL** | **927.924.810** |

Tabla Nº 2: Desglose de las Inversiones en la Red Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones.

**3.- Estudio de Demanda Global de Servicios Públicos.**

Este estudio, fue desarrollado por la empresa GEOTOP Consultores SPA, dedicada a la gestión de información territorial. Su metodología se basó en la determinación de una línea base de las necesidades de conectividad de datos para los Servicios Públicos en Chile, a fin de establecer un modelo prospectivo a mediano y largo base de esas necesidades en el marco de la Agenda digital 2020.

Este estudio se alinea con los objetivos de la agenda de digital para el país, la que busca contar con un sistema de gobernanza digital, esto es, un sistema coordinado, estandarizado y con el objetivo de proveer al país en el largo plazo una política sostenible en esta materia.

Mediante la Agenda Digital 2020 se ha planteado el desafío de disminuir brechas sociales y democratizar las oportunidades a través de las ventajas que ofrece el desarrollo de un sistema de gestión de tecnologías de la información, para lo cual resulta imprescindible contar con redes de transmisión de datos de alta capacidad y calidad, por que el acceso a banda ancha y fibra óptica se pasan a ser un requisito esencial.

El Estado de Chile, mantiene una gasto permanente en servicios informáticos, habiendo realizado una inversión importante en telecomunicaciones en el año 2014. Los Ministerios de Justicia, Interior, Educación y Salud, son aquellos que presentan el mayor gasto en tecnologías de la información.

En Santiago, así como en las capitales de telecomunicaciones, cada una de estas instituciones dispone de redes privadas de datos, de altos estándares basadas en enlaces arrendados y dedicados en fibra oscura, similares a los de grandes corporaciones, en particular en lo que se refiere a la seguridad y capacidad de transmisión de datos. No obstante lo señalado, estas instituciones al desagregarse territorialmente, no presentan iguales niveles de capacidad y seguridad. A pesar de la existencia de una red centralizada del Estado, no se observan estándares claros en la implementación de las políticas y de las tecnologías de la información.

En el nivel central de las instituciones existen sistemas de gestión alineados con el concepto de gobernanza digital. Sin embargo, el avance hacia las regiones, y muy específicamente hacia las regiones extremas, evidencia notables brechas digitales en el desarrollo de las instituciones.

Esta situación se presenta más diseminada a nivel comunal, siendo a en las municipalidades donde se observa la mayor diferencia. Esto representa una necesidad de integración mayor, en particular por la importancia de ellas en la gestión de los establecimientos educacionales y de salud. Varios municipios de sectores rurales, han implementado con recursos del estado, redes de microondas y cobertura basada en tecnología WiFi tanto para uso institucional como residencial, mientras que otras con mayores recursos disponen de enlaces dedicados de fibra óptica. Así se hace evidente la diferencia tecnológica a la que pueden acceder los establecimiento educaciones en relación a su tamaño y ubicación.

Dentro de las municipalidades, hay un porcentaje inferior al 10% que presenta sistemas de gestión informáticos integrados con políticas y programas de largo plazo que incluyen la estandarización de los procesos, el concepto de tramites digitales, entendido como una inversión para la institución y para los usuarios de los sistemas. La alta capacitación de los funcionarios disminuye el rechazo al cambio y aumenta la capacidad colaborativa del personal.

No obstante, por otra parte, una alta proporción de establecimientos de educación y de salud no muestran este nivel de desarrollo digital. Considerado que entre ambos tipos de establecimientos totalizan más de 14.000, es muy importante incorporar a los responsables de las áreas informáticas, ya que son estas las instituciones que se relacionan con la mayor cantidad de potenciales usuarios de los beneficios de un país digital.

La agenda digital establece metas y compromisos específicos para conseguir avanzar de manera significativa en la incorporación de las tecnologías de la información. Si estos objetivos son logrados, los requerimientos de redes de alta velocidad aumentarán de forma importante. Sin embargo, a pesar de la claridad de los objetivos propuestos y de los recursos inyectados para que aquello se logre, hay factores de éxito que en el pasado han impedido el éxito proyectos similares, como por ejemplo el nivel de compromiso de los gobiernos locales para alinearse con los objetivos, considerándolos como un tema Estado, así como también los factores territoriales, que mantienen aisladas tecnológicamente a una no despreciable cantidad de localidades.

Según indicado, el análisis de las variables de crecimiento de la demanda de uso de datos de internet, incluyó como factor principal el efecto agenda digital, seguido por el crecimiento vegetativo propio de cada institución y la tasa de inversión en tecnologías de la información, modelado en un escenario de prospección Alto, Medio y Bajo.

El análisis prospectivo realizado para determinar la demanda de datos que se perfila sobre la base de los objetivos de la agenda digital, concluyó los resultados que se muestra en la Tabla Nº 3, como el escenario de demanda más alto:

| Prospección (Años) | Organismos del Estado (Tbps) | Establecimientos Educacionales (Tbps) | Telemedicina (Tbps) | Total (Tbps) |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,9 | 2,7 | 0,5 | 4,1 |
| 10 | 1,5 | 3,4 | 0,9 | 5,9 |
| 20 | 4,5 | 5,6 | 2,7 | 12,9 |

Tabla Nº 3: Proyección de Demanda Estimada de datos en Servicios Públicos (Dimensionamiento Alto).

Los escenarios medios y bajo, concluyen una proyección total de ancho de banda menores en un 33% y 53%, respectivamente.

Finalmente, cabe destacar que las instituciones públicas respecto del tráfico de datos presentan una gran diversidad en su grado de desarrollo. La incorporación de recursos para estandarizar el acceso a sistemas de información, por sí sola, no es suficiente para lograr el objetivo superior de la gobernanza digital y la disminución de las brechas sociales, a través del uso de las tecnologías. Existen factores que operan en contra, dentro de los cuales se destaca la capacidad de gestión de los actores relevantes de cada institución, la resistencia al cambio y la voluntad política para el logro de los objetivos de Estado.

**4.- Estudio de la Situación Actual y los Requerimientos de Demanda Futura de uso de Infraestructura de Telecomunicaciones de la Agroindustria:**

El presente estudio, está orientado a la identificación la demanda futura de uso de datos por 20 años y de infraestructura de telecomunicaciones a 5 y 10 años, para el sector agrícola, con el fin de visibilizar los requerimientos del uso de infraestructura de telecomunicaciones y en particular para el dimensionamiento de la Troncal Nacional de Infraestructura (TNIT).

Con el fin de definir un punto de partida, el estudio ha establecido una línea base, a partir de un levantamiento de la situación actual de los requerimientos de tecnología digital en la agroindustria y con mayor especificidad en la fruticultura. Esta línea base, se sustenta en la adopción de tecnologías como la tecnificación del riego, riego por hectárea, árbol por hectárea, año de plantación y rentabilidad.

Fue definida una UAP ó “Unida Agrícola Productiva”, equivalente a una superficie de 10 Ha, de las cuales se encuentran contenidas 287 en una UMA o “Unidad Mínima de Análisis” (zona agrícola definida como un círculo de 3 Kms de radio). Las soluciones tecnológicas estándares están planteadas sobre una AUP, la cual puede ser escalada a superficies mayores. Esta soluciones estándares poseen una nueva propuesta de comunicación de datos, la que incluye una mejor cobertura y mejores tasas de transferencia de ellos y por lo tanto hace posible la incorporación masiva de sensores que benefician el proceso productivo en el uso de insumos y recursos hídricos que mejoran directamente el rendimiento y la productividad.

En un escenario optimista, la línea base estima que existen en la actualidad alrededor de 51 mil sensores de IoT para un total de 309 mil hectáreas frutícolas. A partir de esta información se efectúa una propuesta de consumo de datos por UMA para la fruticultura y se extrapola al resto de la agricultura.

El estudio, concluye que en una proyección optimista a 20 años, todo el sistema de datos asociados a la producción agroindustrial, aportará a la Troncal Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones (TNIT) un total de 561 GByte/hora, o, equivalentemente, un throughput de 1,25 Gbps. Dado que se trata de un proceso productivo continuo, presenta un patrón de consumo horario plano, sin una hora cargada en particular.

Este consumo si se compara con los valores de la Tabla Nº1 de este informe

(49,1 Tbps), no alcanza al 0,003% que representa el consumo de datos de los hogares y que, por lejos, continúa siendo el driver más importante de dimensionamiento de capacidad de TNIT.

No obstante lo señalado, si hay aspectos de importancia que se señalan en el estudio y que vale la pena recoger, aún cuando ellos no tengan un impacto material en el dimensionamiento de la capacidad de la TNIT.

Del estudio se concluye que en la actualidad, el nivel de adopción de la tecnología en el sector agrícola, no supera el 1%, lo cual evidentemente constituye una oportunidad de promover nuevas tecnologías en el ámbito del IoT, para obtener una mejora en la productividad y competitividad de esta actividad.

Actualmente las tecnologías IoT están en pleno desarrollo. Actualmente se han alcanzado, a nivel mundial, las 10 mil millones de conexiones de Voz y Banda Ancha. Para el año 2.025, se esperan 75 mil millones de “cosas” conectadas.

Las redes de Datos que hacen posible la proliferación de las aplicaciones IoT, se denominan LPWA (Low Power Wide Area), que se caracterizan por un bajo consumo de potencia y una amplia cobertura. Las tecnologías más recomendadas en la actualidad son el LoRa (Lo Range) y NB-IoT (Narrow Band IoT). La primera funciona en bandas de espectro compartido, mientras que la segunda es la propuesta del 3GPP en espectro licenciado.

NB-IoT es una tecnología muy reciente cuyo estándar fue publicado en Junio de 2016. Dispone de características sobresalientes en comparación con las tecnologías LWPA. Aún cuando es un estándar del 3GPP, su despliegue corresponde a la infraestructura LTE o 4G, que por su complejidad y elevados costos, se ha mantenido bajo el dominio de los operadores celulares.

LoRa, por su parte es una tecnología propietaria pero abierta, es decir cualquier persona o particular con la experiencia necesaria, puede crear dispositivos, estaciones base, gateway y software. En comparación con NB-IoT, LoRa cuenta con algunos años en el mercado, siendo una tecnología madura y de gran difusión mundial. Desde el punto de vista de la infraestructura, es conveniente señalar que las estaciones base LoRa pesan alrededor de 2 Kg y su costo no supera los USD $1.000, comparados con los US$ 35.000 de una estación LTE. Estas características hacen de LoRa la tecnología LPWA más apropiada para superar la brecha que existe hoy en la penetración de tecnologías estándar, pudiendo convertirse en un habilitador de la agricultura de

precisión en zonas extremas o de difícil acceso. Una estación base LoRa puede atender un número cercano a los 60.000 dispositivos, en un área de cobertura de mayor extensión que otro tipo de aplicaciones.

Actualmente, en la agricultura, no existen soluciones estándares para los requerimientos de transmisión de la sensorización. Para sistemas transaccionales y de streaming, las soluciones se adaptan a aquellas provistas para el mercado residencial y empresarial. La IoT de la agricultura, se caracteriza porque requiere de un gran número de sensores, con pequeños paquetes de información transmitidos entre 2 a 5 minutos, lo cual genera cantidades del orden de Kbytes o a lo más unos cuantos Mbytes diarios por hectárea con sensores instalados.

La solución actualmente en uso, propuesta por la Alianza Zigbee, define una solución IoT interoperable, a través de redes Mesh (todos los nodos se comunican directamente entre sí) y permite a múltiples objetos inteligentes operar en conjunto. Es eficiente energéticamente y de bajo costo. En algún nodo donde existan condiciones de buena señal 2G, 3G ó 4G se conecta un Gateway que recibe y transmite los datos desde y hacia la nube, como se ilustra en la figura Nº 3:

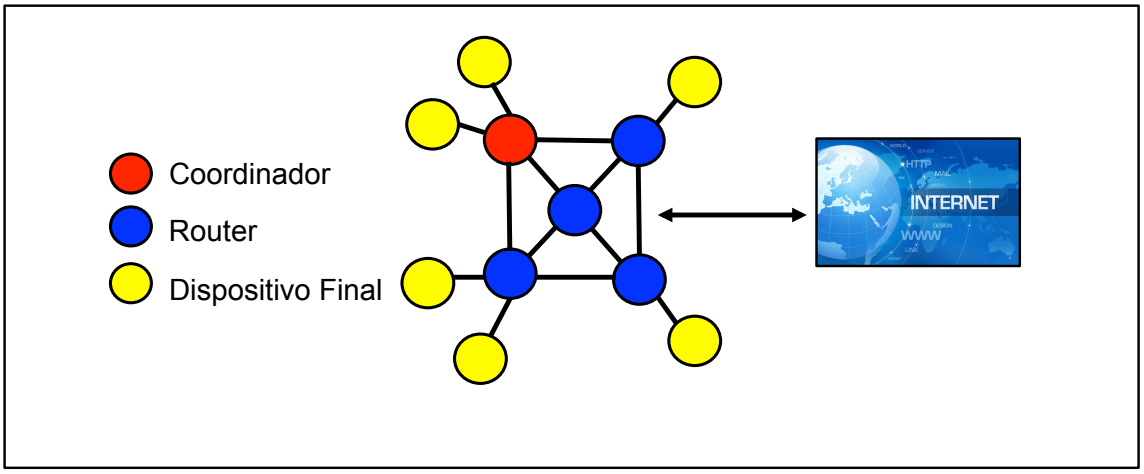



Figura Nº 3: Diseño Red Mesh

Por tratarse de tecnologías de bajas velocidades y transmisión de paquetes de información que no controlan procesos críticos en tiempo real, esta tecnología es altamente tolerante al retardo, permitiendo niveles del orden de segundos para IoT y de 100 ms para requerimientos transaccionales y de streaming.

De estos antecedentes, se puede concluir que los requerimientos de volúmenes de transmisión de datos para los dispositivos de IoT para la agroindustria son bajos y que existen tecnologías en bandas licenciadas y no licenciadas, con estándares más o menos desarrollados, que permitirán dar una cobertura a estos elementos para desarrollar aplicaciones para la agricultura de precisión. Sin embargo no debe perderse de vista, la capacidad de conexión a Internet, particularmente en estas zonas agrícolas, relacionadas a zonas rurales.

En la actualidad, el 37% de las conexiones a Internet en las zonas rurales, se efectúan a través de la redes móviles. Por el contrario, en las zonas urbanas, este tipo de conexión alcanza sólo al 16% como se puede apreciar en la figura Nº 4.

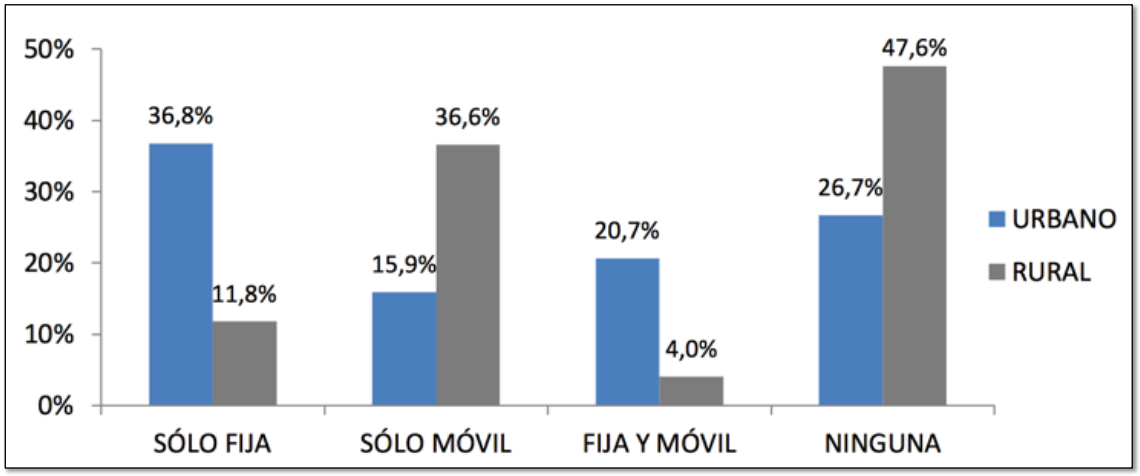



Figura Nº 4: Conexiones a Internet por Tipo de Tecnología
(Fuente IPSOS 2015)

Evidentemente, esto ocurre, porque la oferta de Banda Ancha fija en las zonas rurales es mucho menor. Esto significa que la actual oferta de redes móviles es importante para poder acceder a Internet a través de ellas en zonas rurales.

Para entender en qué grado esta las redes móviles solucionan la necesidad de acceso a Internet, se debe tener presente lo siguiente:

a) Cobertura: Del total de las 2.495 UMAs definidas, un total de 63 no tienen ningún tipo de cobertura móvil y 364, no poseen cobertura LTE. En este universo se puede hacer uso de la tecnología LoRa y emplear como conexión a Internet las radiobases 3G donde hay servicio móvil y en el resto no habría más opción que construir redes de acceso a algún punto que

permita conectividad a Internet.

b) Usuarios Simultáneos: El solo hecho de tener cobertura, no es sinónimo de que el servicio puede ser provisto. Una radio base 3G permite alrededor de 70 usuarios conectados en forma simultánea por sector. Por su parte, una LTE, permite alrededor de 700 conexiones simultáneas por sector. Dado que las redes móviles son compartidas por usuarios de este servicio, es importante que la cantidad de sectores que cubren una UMA, dispongan de una cantidad suficiente de ellos, para asegurar la capacidad de conexión de sus usuarios de telefonía móvil, más los controladores de IoT en caso de tecnología LoRa o conexión directa de estos dispositivos a LTE a través de una interfaz de aire NB-IoT.

c) Capacidad de Backhaul de la Red Móvil: Incluso con una buena cobertura y una capacidad adecuada de sectores en las radiobases, no existe la garantía de que se pueda obtener un acceso funcional a Internet. Ello depende de la capacidad de conexión al Backhaul de las radiobases. Para los sitios LTE, en general se pide que cada tres de ellos (9 sectores), la capacidad de transmisión hacia el core de la red móvil sea de 1 Gbps. Es decir a lo menos 1 de cada tres radiobases LTE debe tener una conexión del fibra óptica hacia su core.

   En general, en zonas rurales, la principal falencia es la capacidad de transporte de bakhaul, ya que no existe capilaridad de redes de fibra óptica y en general se efectúa, en el mejor de los casos, a través de redes de microondas y en el peor a través de soluciones satelitales tipo VSAT. Esta es la razón por la cual, en muchas de las localidades rurales, obligatorias a servir como contraprestaciones a los concursos públicos de las bandas de 700 MHz y de 2.600 MHz, aún cuando hay cobertura y capacidad de radiobases, la calidad del servicio de datos es muy deficiente.

De lo explicado precedentemente, se puede concluir también en esta sección, es que el principal desafío para el desarrollo de la agricultura de precisión, no está dada por la capacidad de datos que requiere, sino por la cobertura en las zonas rurales donde se desarrolla y de que exista la capacidad y el backhaul necesario para atender a los dispositivos o redes IoT.

El diseño de la TNIT propuesta, si bien no alcanza a llegar a todos las UMAs en que se desarrolla esta actividad, se aproxima a 409 centros con población mayor a 5.000 habitantes, generando una reticularidad de la red troncal en fibra óptica bastante mayor a la existente en la actualidad. Sin embargo serán

necesarios saltos de microondas de última milla para poder capturar el tráfico de todos los sectores en que se realice esta actividad.

Existe una oportunidad también de desarrollar un mercado que ofrezca estos tipos de soluciones de IoT al agro, a través de empresas que se desarrollen en este rubro. No solo apalancados en la conectividad estructural que puede ofrecer la TNIT, sino también a través de la licitación de bandas de frecuencias licenciadas (idealmente en frecuencias bajas por mayor cobertura) que puedan desarrollar este servicio con plataformas más robustas, no solo a través de los actuales operadores móviles y con la posibilidad de extenderse a otros ámbitos de la actividad productiva como la minería.

En adición a lo señalado, están los requerimientos de video de la agroindustria. Si bien estos no se relacionan directamente con control del proceso productivo, tienen relación con soluciones de vigilancia que permiten monitorear y grabar la presencia de intrusos ya sea a través de soluciones de cámaras que operan en el espectro visible o de otras de naturaleza térmica evolucionadas de tecnologías militares para visión nocturna. Las necesidades de ancho de banda para esta soluciones son superiores a las de IoT para la agricultura de precisión.

**5.- Estudio de Demanda de Infraestructura de Telecomunicaciones en el Área Geográfica de la Gran Minería del Norte y la Astronomía:**

Chile es un país que cuenta con condiciones excepcionales para el desarrollo de la actividad minera y astronómica, en la zona norte del territorio.

Es el principal exportador de cobre del mundo, con una producción de casi 6 millones de toneladas anuales equivalente el 30% de la producción mundial, seguido muy lejos por China, Perú y Estados Unidos.

En lo que se refiere a la observación astronómica, posee el 40% de la capacidad mundial, con proyecciones de que esta se eleve al 70% en la década venidera. Importantes observatorios, como ALMA o Paranal concentran inversiones superiores a los tres mil millones de dólares y generan gran cantidad de datos científicos utilizados para la investigación en todo el mundo.

La naturaleza de los requerimientos de una y otra actividad, en términos de conectividad digital son algo distintas. Mientras que, por una parte, la minería apunta por tecnologías probadas y maduras que puedan asegurar su continuidad operacional y el aumento de la productividad, por otra la astronomía utiliza tecnologías en el límite de las fronteras del conocimiento humano, muchas veces única y que produce gran cantidad de datos que es compartida a todo el mundo.

Por esta razón, las necesidades para el transporte de datos de una y otra actividad son distintas. En la actividad astronómica el producto final es precisamente la generación de grandes volúmenes de datos y, por lo tanto, el diseño de sus redes de conectividad necesita de enlaces de alta velocidad, ya sean propios o subcontratados, para que toda esa información pueda llegar finalmente a los astrónomos e investigadores.

Según el estudio sobre la materia realizado por la empresa Addere, la capacidad actual de transmisión de datos la astronomía llega a los 100 Gbps en Chile.

Por su parte, para la minería, el transporte de datos no es una herramienta crítica para su operación en la actualidad. Sin embargo, la necesidad del aumento de la productividad (entre otras razones debido a la baja mundial de las leyes de los yacimientos), mayores necesidades de seguridad por los cambios en los métodos de extracción (minería subterránea) y de optimización de los recursos naturales empleados en los procesos extractivos, han

impulsado la demanda por tecnologías de la información tanto en los procesos productivos como administrativos. Esto en yacimiento existentes desde mucho tiempo, a los cuales se han ido incorporando sistemas de monitoreo remoto, telecomando de equipos, mecatrónica, modelamiento y control automático. Una cantidad significativa de los datos son procesados directamente en las mismas faenas, sin la necesidad de grandes enlaces de transmisión hacia el exterior de ella.

En el caso de Codelco, sus actuales enlaces de conectividad son de 300 Mbps en su casa matriz y de entre 50 Mbps y 200 Mbps en las faenas.

Para el caso de la Minería, uno de los factores más importantes de las redes de comunicaciones, incluso por sobre la capacidad de transporte de datos, son los niveles de disponibilidad. Esto se ha vuelto cada vez más crítico, en la medida que las actividades de monitoreo y control remoto han ido ganando terreno. Evidentemente por las implicancias en la seguridad de los procesos productivos y en los costos asociados a la interrupción de las labores. Todo esto se traduce en mayores exigencias topológicas a las redes de comunicaciones, las que se materializan a través de redundancias de rutas de conectividad, sistemas de autonomía eléctrica en las redes, planeación de la capacidad en forma adecuada para asegurar el funcionamiento ante eventos de contingencia, procesos operativos rigurosos para el mantenimiento correctivo y preventivo, formalización planes de continuidad del negocio y de recuperación ante desastres, sistemas de extinción de incendios, monitores de redes 7x24, entre otros. Otra característica importante para la conectividad de la minería, es el retardo en la transmisión de datos, especialmente para aplicaciones interactivas, como puede ser el control remoto de procesos. Por esta razón, es la fibra óptica la tecnología que puede responder de mejor manera tanto a las necesidades de redundancia (sobre la base de un diseño adecuado de red), como al bajo retardo.

Los observatorios astronómicos, también son altamente requirentes de soluciones redundantes, ya que pueden afectar la entrega oportuna de los datos obtenidos. También, la confidencialidad de la información y seguridad de los datos, es muy importante, lo que requiere de adecuadas instalaciones como DataCenters, con seguridad física, e informática de acuerdo a los estándares internacionales en la materia.

En el caso de la minería, no se logra apreciar una correlación directa entre la producción y las necesidades de consumo de datos en las series históricas analizadas, por lo que las proyecciones se han realizado en base al pronóstico

de los equipos requeridos y su evolución, particularmente en el uso de sensores, cuya información debe ser llevada al exterior de las faenas para la implementación de procesos de operación remota.

En la tabla Nº 4 que se muestra a continuación, se puede apreciar las proyecciones efectuadas por Addere para los requerimientos de ancho de banda a 5, 10 y 20 años:

| Prospección (Años) | Ancho de Banda Mínimo (Mbps) | Ancho de Banda Máximo (Mbps) |
|---|---|---|
| 5 | 721 | 3.178 |
| 10 | 8.035 | 11.897 |
| 20 | 15.838 | 23.454 |

Tabla Nº 4: Proyección de la Demanda de Ancho de Banda en la Minería

En la astronomía, las proyecciones de los requerimientos de ancho de banda han sido efectuadas sobre la base del aumento de la capacidad de observación impulsada por la instalación de nuevos observatorios astronómicos y por la evolución de los sensores de imágenes que aumentan de manera importante la resolución de las mismas, por medio de una matriz de pixeles más densa. Esta evolución tecnológica, espera que la resolución de las actuales imágenes aumente de 1 Gpixel a 3,2 Gpixel en 5 años, 9 Gpixel en 10 años y 81 GPixel en 20 años.

Sobre la base de estos antecedentes, se ha proyectado la demanda de ancho de banda para la astronomía que se resume en la tabla Nº 5.

| Prospección (Años) | Ancho de Banda Mínimo (Gbps) |
|---|---|
| 5 | 90 |
| 10 | 310 |
| 20 | 970 |

Tabla Nº 5: Proyección de la Demanda de Ancho de Banda en la Astronomía

La presencia en el país de los grandes observatorios, abre un potencial importante para el desarrollo de la astronomía, astrofísica y astroingeniería, esencialmente en base a los acuerdos internacionales que han permitido la

instalación de los mismos por la calidad de los cielos del norte de Chile. La exportación de los datos colectados por estos observatorios es de relevancia mundial.

En el caso de la minería, parece poco probable ofrecer exportación de servicios como el monitoreo y manejo remoto de faenas mineras, debido a barreras como el idioma, sindicatos y husos horarios entre otros.

Si se comparan los datos de las tablas Nº 3 y Nº4, con los de la tabla Nº 1, se puede apreciar que como máximo el tráfico de la Astronomía más la Minería en Chile, no superará el 2% de lo que es el tráfico de los hogares y las Pyme. Así, esta demanda no es muy importante para incidir en el diseño de la capacidad de tráfico de una red troncal.

Lo que sí es importante, para estos segmentos, es poder llegar con redes de telecomunicaciones a los observatorios astronómicos y a las faenas mineras. Estas redes deben cumplir con las características de ser redundantes para proveer de altos niveles de confiabilidad y a la vez estar basados en tecnología de fibra óptica, por el potencial de crecimiento para absorber los requerimientos de datos y la baja latencia necesaria, especialmente para la minería. Normalmente se trata de emplazamientos alejados de centros urbanos, por lo que el despliegue de estas redes depende fundamentalmente de la compra por parte de las compañías mineras y centros astronómicos. En el diseño de la TNIT, fue considerada la conectividad de las principales faenas mineras del país y también de los centros astronómicos.

Por último, cabe hacer presente que la disponibilidad de estas redes, siempre va a estar supeditado a la que tenga la red troncal nacional. En este sentido, es importante que ella logre una resiliencia mayor, debido a que en extensas zonas del país, presenta sólo dos trazados de fibra óptica muy cercanos el uno al otro, con probabilidad cierta de producir indisponibilidades mayes, especialmente como consecuencia de desastres naturales, habituales en el país.

## 6.- Resumen de la Demanda de Tráfico de Datos Proyectada:

A partir de los estudios de demanda, es posible establecer algunos criterios aditivos para determinar la demanda consolidada de datos esperables para los próximos años y las características que debe cumplir las redes de telecomunicaciones para satisfacerla, no solo en términos de capacidad, sino también de cobertura y características tecnológicas.

Los estudios de la demanda solicitados por Subtel, se concentraron en los siguientes segmentos:

a) Hogares y Pyme
b) Servicios Públicos
c) Agroindustria
d) Minería y Astronomía

Los resultados en términos de velocidad de interconexión, son los que se resumen en la tabla Nº 6:

| Demanda de datos (Tbps) | Año 5 | Año 10 | Año 20 |
|---|---|---|---|
| Hogares y PyMe | 6,1 | 19,6 | 49,1 |
| Servicios Públicos | 4,1 | 5,9 | 12,9 |
| Agroindustria | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Minería y Astronomía | 0,1 | 0,3 | 1,0 |

Tabla Nº 6: Proyección Consolidada de Demanda de Datos.

De la tabla anterior, es posible apreciar que tanto la demanda de la Agroindustria y de la Minería más la Astronomía, son muy poco significativas en términos del volumen de datos a transmitir.

Por el contrario, la demanda de los servicios de Hogares y Pyme, así como los Servicios Públicos, son mucho mayores.

Estos números no son sumables directamente, ya que las cargas del consumos se producen en distintos horarios, lo que es necesario tener en consideración para determinar la demanda agregada de datos que debe ser soportada por una red nacional.

En la figura Nº 1, se mostró el comportamiento horario de la demanda de hogares y pymes. Asimilando que los servicios públicos tendrán un

comportamiento de la demanda, en cuanto a su distribución horaria, similar al de las empresas, es posible concluir que una red nacional diseñada para soportar la demanda residencial, tendrá una holgura del 34% en la hora cargada de los servicios públicos. Esta proporción corresponde a los valores que se muestran en la tabla Nº 7:

| (Tbps) | Año 5 | Año 10 | Año 20 |
|---|---|---|---|
| Holgura Red Hora Cargada SSPP | 2,1 | 6,7 | 16,7 |

Tabla Nº 7: Holgura de Red en Hora Cargada de Servicios Públicos

Se puede apreciar comparando las dos tablas anteriores que a 10 y 20 años, la holgura de una red diseñada para soportar la demanda de Hogares y Pyme es suficiente para soportar el tráfico de los Servicios Públicos también.

Las redes se deben dimensionar en un horizonte de 10 años de vida útil para la electrónica, mientras que la fibra óptica puede durar, sin problemas, unos 25 años. Así lo recomendable para el diseño de la red troncal de telecomunicaciones, es considerar la demanda a 10 años. Teniendo presente solamente la demanda de Hogares y Pyme, se obtiene una buen criterio de dimensionamiento, considerando que el aporte de la Agroindustria, Minería y Astronomía es muy menor. Este es el criterio que se ha utilizado para determinar la demanda de la TNIT.

Existen algunas excepciones que sí se han tenido presente. Ello ocurre en pequeñas localidades en que el consumo residencial no supera al de los servicios públicos y en este caso el dimensionamiento se ha hecho para cada localidad considerando el impacto individual de cada elemento de la demanda.

No obstante lo señalado, si bien la demanda de los sectores rurales, de la agroindustria, minería y astronomía, no son muy significativos comparados con la demanda masiva residencial y de pyme, esto no significa que sean menos importantes ni menos demandantes de recursos económicos para la construcción de red nacional. Ello porque es necesario proveer de la conectividad y ello significa llegar con distintos medios de transmisión a esos lugares.

Para la Agroindustria, la cobertura de los predios mediante soluciones inalámbricas, resulta altamente eficiente, dado el poco volumen de datos a transmitir y la baja densidad de generación de los mismos. Sin embargo, en los

demás casos, es necesario pensar en redes de más alta capacidad, como la fibra óptica, que pueden cumplir con los requisitos de velocidad, retardo y confiabilidad en el largo plazo.

Un aspecto que no está cubierto en los estudios materia de este informa, está relacionado a las redes de acceso a los usuarios finales. Esencialmente los estudios apuntan a hacer un levantamiento prospectivo de la demanda de datos a 5, 10 y 20 años y al diseño de una red Troncal Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones, o TNIT, para soportar su transporte interurbano. Pero no se menciona el despliegue de las redes que van desde un punto de presencia local de la TNIT, directamente a las casas de los usuarios, Pyme o centros productivos.

Los tipos de tecnología para el acceso a los clientes finales, son variados y pueden ir definiéndose en función de criterios económicos, para poder utilizar una tecnología lo más eficiente posible. Por ejemplo, fibra óptica en zonas de demanda densa o sistemas inalámbricos en zonas de baja densidad.

El diseño de la TNIT que se describe más adelante, requiere de poco menos de 25 mil kilómetros de tendido de fibra óptica, para la construcción de una red troncal de acceso a las 409 localidades de más de 5000 habitantes, además de los principales centros mineros y astronómicos del país. Sin embargo, es mucho mayor la cantidad de tendido que se requiere para lograr la reticularidad que permita el acceso a las hogares o pymes. A modo de ejemplo, en la figura Nº 5 se muestra la proporción para una empresa nacional, con redes troncales y de acceso, entre los tendidos de larga distancia y de acceso a clientes:

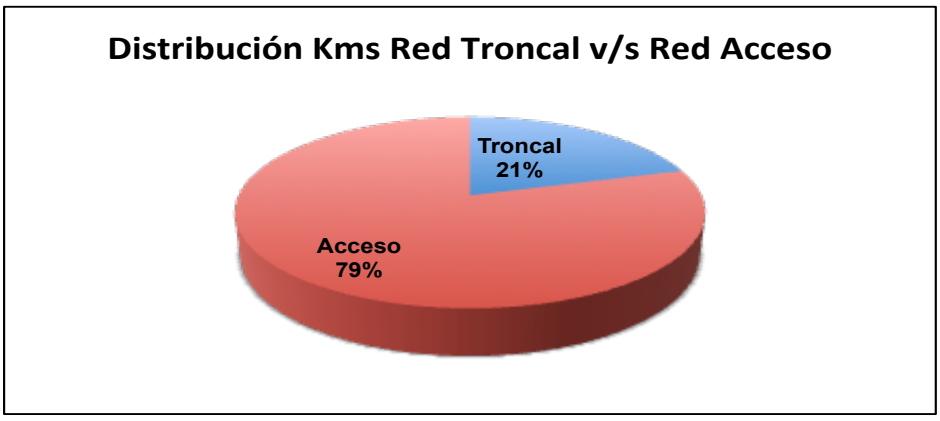



Figura Nº 5: Distribución kms de Red de Acceso v/s Red Troncal

De la figura anterior, se desprende que los requerimiento de infraestructura en

materia de red de acceso, pueden ser varias veces mayores que los necesarios para una red troncal.

Si bien las redes troncales han sido construidas por privados en acuerdos de respaldo mutuos, una asociación entre el Estado de Chile y los privados puede ser atractiva para la consolidación de una red con mayores estándares de seguridad, de acuerdo a las necesidades de nuestro país. De esta forma existe una misma red que puede ser utilizada por todos los actores, aportando cada uno de ellos una parte que es complementaria y no duplicada para el objetivo que se persigue.

Sin embargo, en el caso de la redes de acceso la situación es diferente, ya que ellas se encuentran superpuestas, generando una ineficiencia económica que al final es asumida por los propios clientes. Considerando el gran tamaño de las inversiones en materia de acceso, es que aquí consideramos factible el desarrollo de un modelo de concesional en el acceso, que pueda hacerse cargo del desafío de su modernización y acceso universal de una manera más eficiente. Este punto será tratado más adelante en el capítulo Nº 10.

## 7.- Diseño Técnico de la Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones (TNIT) de Fibra Óptica, Requerida para las Necesidades de la Industria 4.0.

Subtel estableció el objetivo de realizar un diseño técnico de la red Troncal Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones (TNIT) para el país, que considere el despliegue de tecnología óptica y radioeléctrica y de aquellos sistemas y/o equipos de inteligencia necesarios, que permitan garantizar una estructura base para el desarrollo digital del país.

Esto, con el propósito de conseguir una conectividad de todo Chile, sobre la base de redes de alta velocidad y calidad, a precios accesibles para la población, contribuyendo de esta forma a disminuir la brecha digital.

La actual infraestructura actual de transmisión con que cuenta el país, está basada en tendidos de fibra óptica, con su correspondiente electrónica de transmisión que la ilumina. Si bien el país dispone de tendidos de fibra óptica de propiedad de las principales empresas concesionarias de servicios intermedios, la naturaleza de estas redes se ha centrado en descremar las zonas de mayor concentración de demanda. El 80% de la población se puede atender con presencia en aproximadamente el 23% las principales ciudades, mientras que el 20% restante de la población queda más relegado del acceso digital.

Las actuales redes troncales de tendidos de fibra óptica están por cumplir 20 años de antigüedad (en buena parte de su trazado) y dichos trazados 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 el país, sujeto a permanentes inclemencias de la naturaleza, sea vulnerable a la continuidad operacional de su red de transmisión.

Los servicios de conectividad internacional, son provistos por empresas transnacionales dedicadas a este servicio, con puntos de presencia tanto en Santiago como en Valparaíso.

En los últimos años, la centralización de las redes de telecomunicaciones se ha incrementado. Algunas iniciativas para aumentar la competencia, como la portabilidad numérica y la eliminación de la larga distancia nacional, entre otras, han hecho necesario dotar de mayor inteligencia las redes de telecomunicaciones fijas y móviles, la que se encuentra concentrada mayormente en la zona central del país. De este modo, un corte doble de fibra óptica, puede dejar a varias de las compañías proveedoras de servicios, prácticamente incomunicadas, al perder contacto con elementos esenciales de

red, como los traductores de portabilidad numérica, HLR, HSS, DHCP, ISP, entre otros elementos de Core.

De esta forma, el país debe contar con una estructura de fibra óptica más robusta, a la altura de la realidad de nuestra naturaleza (sísmica, pluviométrica, volcánica y de incendios forestales) y que se puede conseguir, tal como lo señala la agenda digital, en una buena complementación público privada.

Este es un requisito esencial para poder pretender optar a ser un hub mundial hemisférico para el procesamiento de datos y las tecnologías de la información.

En cuanto a la evolución de las tecnologías de información y telecomunicaciones, se puede señalar que es indudable que en las últimas décadas se han producido importantes cambios en las sociedades, producto de su desarrollo tecnológico.

Chile no ha estado ausente a este fenómeno, sin embargo, dentro de los países que componen la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) –grupo al cual Chile pertenece desde el año 2010- nuestro país es uno de los que presenta una menor penetración de suscripciones de banda ancha fija.

No obstante lo anterior, un aspecto destacable es que en los últimos años Chile es uno de los países que más ha incrementado sus conexiones, ocupando las primeras posiciones en términos de crecimiento.

Sin embargo, este crecimiento no ha sido parejo y al igual que en otras áreas, se observa una desigualdad importante entre niveles socioeconómicos y entre regiones.

Las zonas extremas y rurales son aquellas donde se observa en mayor medida la coexistencia de importantes factores de oferta y demanda a la hora de explicar la brecha digital. En el caso chileno, la extensión del territorio y el fuerte centralismo determina que las regiones extremas del país y las zonas rurales cuenten con demanda insuficiente para financiar redes de telecomunicaciones, lo cual desincentiva el ingreso de privados en la provisión de servicios.

Ante esto, el Estado juega un papel fundamental en la generación de políticas públicas. En varios países se han adoptado políticas estatales que tienen por finalidad incentivar la conectividad y la inversión en infraestructura, y por tanto disminuir la brecha digital asociada a factores de oferta.

La TNIT se ha diseñado, teniendo en consideración los resultados del estudio

de demanda aportados por Subtel. Esta información proporcionó los datos base para estimar en 20 Tbps (20 Terabits por segundo) la demanda de tráfico a 10 años. Esta demanda incluye las necesidades de los hogares (urbanos y rurales), municipios, pymes, observatorios astronómicos, faenas mineras, y pasos fronterizos, logrando cubrir un 98% de la población y de los hogares. Es importante destacar, que es la demanda residencial la que define las condiciones para el dimensionamiento de la red, ya que la demanda consolidada del resto de los segmentos, es inferior y se encuentra fuera de la hora cargada definida por lo hogares.

La base de proyección de demanda se consideró a 10 años, teniendo en consideración la vida útil de la infraestructura. Si bien la fibra óptica puede tener una vida útil de entre 20 y 25 años, la electrónica no supera los 10, por lo que ella necesitará ser modernizada en ese período.

La TNIT se ha diseñado, sobre la base de tres tendidos de fibra óptica: Uno submarino tipo festón, que cubre desde Arica a Carelmapu con derivación hacia Ancud y extensiones por la carretera austral y canales para alcanzar Puerto Natales y Punta Arenas. También incluye en la mayoría de la extensión del país un segundo tendido a través de rutas costeras y un tercer tendido por rutas más hacia el interior, principalmente por la ruta 5.

Aprovechando la reticularidad de la malla caminera del país, se han conformado anillos de fibra óptica por la franja fiscal, que se complementan con el trazado submarino, permitiendo de este modo un alta resiliencia de la TNIT ante cortes múltiples de fibra óptica.

Con el propósito de optimizar los costos, se han considerado tres tipos de redes:

a) Red Troncal: Corresponde a una red que conecta 62 localidades que en su mayoría cumplen con concentrar la mayor población del país o bien están emplazadas en puntos geográficos estratégicos para el funcionamiento de la TNIT, determinado por la distancia máxima que pueden alcanzar los enlaces ópticos. A través de los tres tendidos descritos precedentemente, esta red ocupa dos filamentos de fibra óptica en cada trayecto y está equipada con tecnología OTN en la agregación y equipos ROADM en la capa óptica, con restauración GMPLS. La capacidad de estos equipos esta dimensionada de acuerdo al tráfico agregado de la demanda necesitada a 10 años, asegurando ocupar aquellos equipos de última generación y cuya capacidad sea suficiente.

b) Red Subtroncal: Con el objeto de hacer una inversión más eficiente y emplear equipos más económicos, se han construido anillos de menor capacidad que tributan su tráfico hacia la red troncal. De esta manera se recogen las necesidades de localidades más pequeñas, con equipos de menor tamaño y costo, los que se interconectan a través de un segundo par de filamentos sobre los mismos tendidos. Bajo este criterio, se encuentran conectadas 241 localidades y se logra también una alta disponibilidad y resiliencia ante cortes de fibra óptica. Dentro de estos nodos, hay 40 que incluyen repetidores ópticos. Para este tramo, se han considerado equipos FOADM, interconectados a los nodos ROADM sobre la ruta principal. Señalamos también que este diseño es posible de ser todavía optimizado, implementando la red Subtroncal, sólo con equipos IP/MPLS, con lo que se puede obtener mayor versatilidad y menor costo. Sin embargo, se han seguido las premisas del diseño de una red de transporte, que pueda separarse de la capa de servicios, para el desarrollo más transparente de una oferta de infraestructura de transporte.

c) Puntos de Acceso Directo a la Troncal: Se trata de localidades más aisladas y de menor demanda, que por su ubicación geográfica, no es posible conectarlas en forma anillada. En estos casos se ha realizado una topología en configuración tipo estrella, las que tributan directamente sobre los nodos de la red troncal. Estos trazados tendrán menor disponibilidad teórica que los anteriores, pero, ante una falla, su impacto será menor ya que se trata de localidades de menor población. Sin embargo, por otra parte su exposición es mucho menor al encontrarse en zonas más apartadas. Asimismo, en la medida que la infraestructura caminera avance, estos mismos tendidos podrán ir anillándose sobre la base de la infraestructura desplegada. En esta modalidad, se encuentran 106 puntos de la red, entre localidades de baja población, pasos fronterizos, mineras y observatorios astronómicos. Hay 106 nodos de conexión directa y 14 nodos que sólo cumplen la función de repetidores ópticos.

Para estos puntos se ha utilizado la misma tecnología descrita en el apartado anterior.

Esta topología de red Troncal, se encuentra descrita en la figura Nº 6:

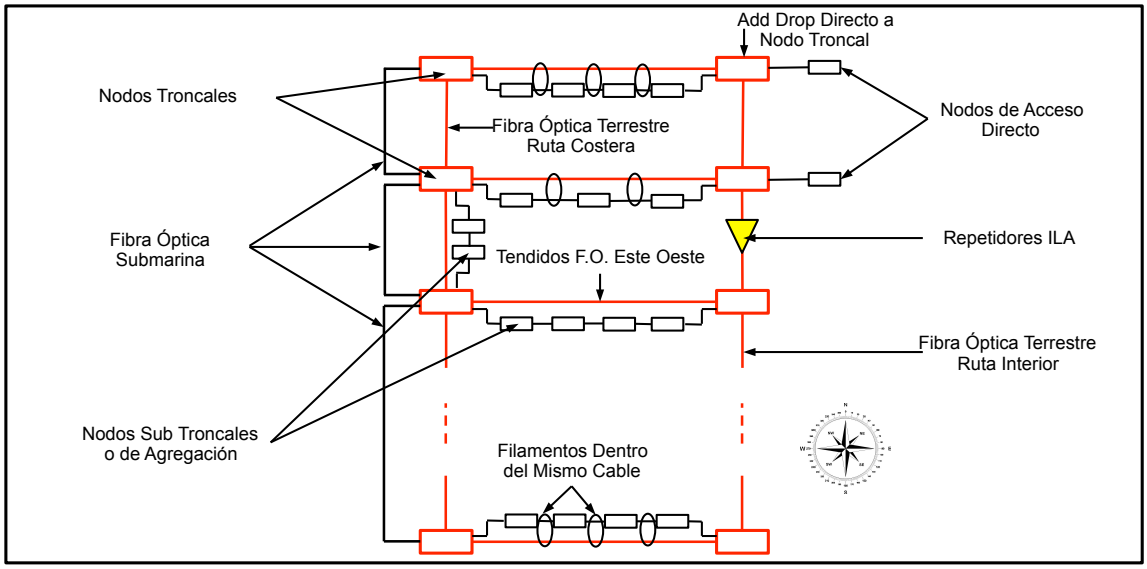



Figura Nº 6: Topología de la TNIT

Para los trazados submarinos se propuso una fibra óptica de 8 pares (16 filamentos), La fibra terrestre se ha propuesto dividirla en tendidos soterrados y aéreos, dependiendo de criterios como la exposición a la corrosión, vandalismo, incendios, zonas protegidas, y vulnerabilidad ante accidentes.

Para todos los tramos terrestres se ha propuesto dejar tendidos de 96 filamentos. Esto debido a que entre una fibra óptica de 24 filamentos y una de 96, la variación en la inversión total del proyecto, no supera el 4% en promedio, con los beneficios que permite dejar 4 veces más infraestructura de fibra óptica instalada.

La electrónica utilizada se ha escogido sobre la base de la tecnología y equipamientos más modernos, que permitan cumplir con la capacidad proyectada a 10 años y no tengan riesgo de obsolescencia en el período. En el caso de los equipos de mayor capacidad, esto son de hasta 88 lambdas de 100 Gbps, lo que les permite procesar una capacidad de tráfico de hasta 8,8 Tbps a cada uno. Si se considera el tráfico agrupado en tres flujos, uno proveniente del norte, otro del centro y otro del sur, con estos equipos se podría manejar una capacidad de hasta 24 Tbps, lo que cumple con las proyecciones de tráfico a 10 años. Si bien es cierto, algunos proveedores declaran poseer equipos de 100 lambdas de 400 Gbps cada uno, la verdad es que no hay evidencia que estén disponibles comercialmente y por otra parte, restringen mucho la distancia que pueden cubrir, haciendo la red más compleja en términos de la necesidad de más nodos intermedios de repetición o regeneración.

Es importante señalar que, los tendidos submarinos, se han diseñado considerando que ellos sólo tendrán la fibra óptica como elemento pasivo en la planta húmeda. Este hecho es relevante ya que no hay ni alimentación eléctrica en el mar ni equipos activos que pueden encarecer y complejizar mucho la ejecución del proyecto. Así, el tendido submarino, actúa como una ruta terrestre más y los equipos troncales que miran a la red submarina, lo hacen igual que si se tratara de una ruta terrestre adicional, eso sí, equipados con tarjetas láser de mayor potencia. También, la fibra óptica submarina, norma ITU G.654D, posee menor atenuación por sus especificaciones y también por encontrarse afecta a una menor cantidad de empalmes debido a tendidos más largos sin uniones.

Se estima que el plazo para implementar una red de esta envergadura, sería de aproximadamente 4 años, pudiendo iniciarse servicios dentro de los primeros dos años, en forma geográficamente parcial, desde la región metropolitana hacia los extremos del país.

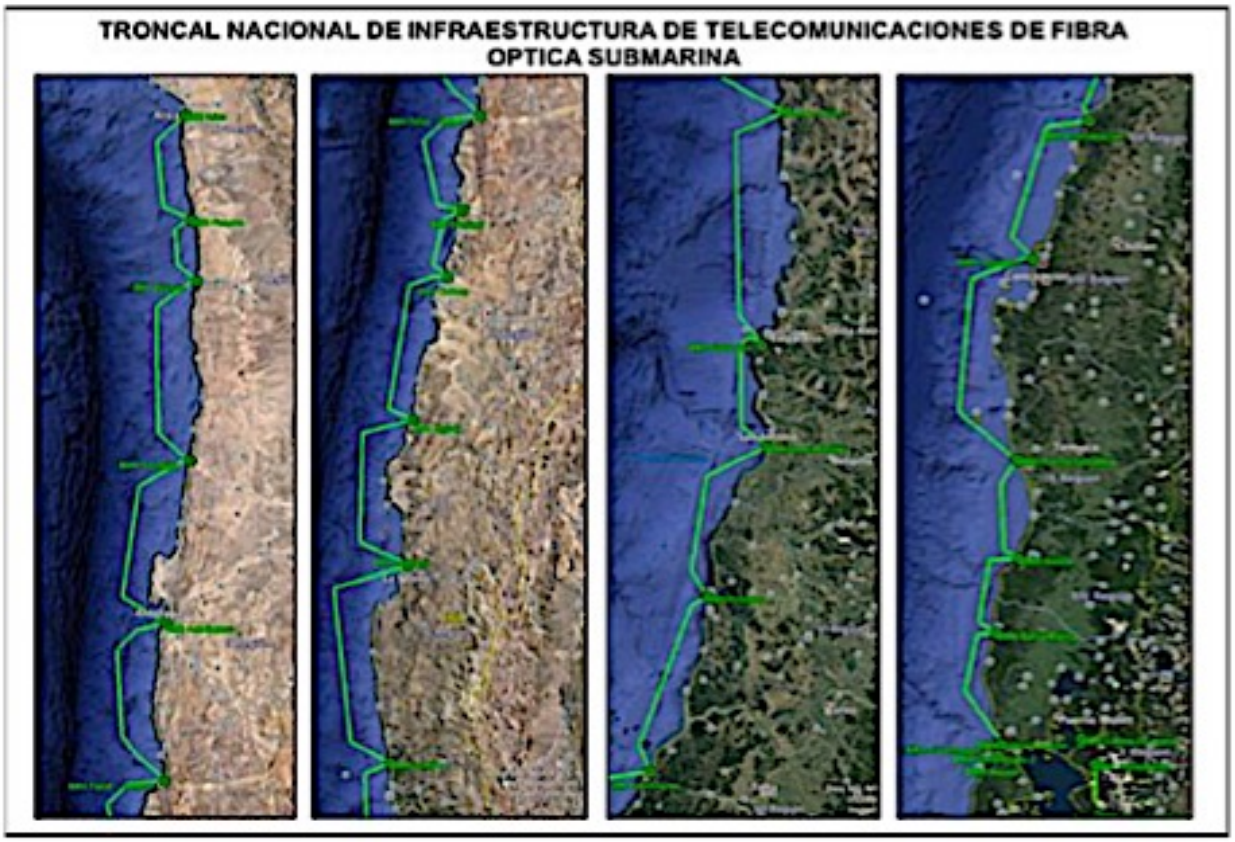
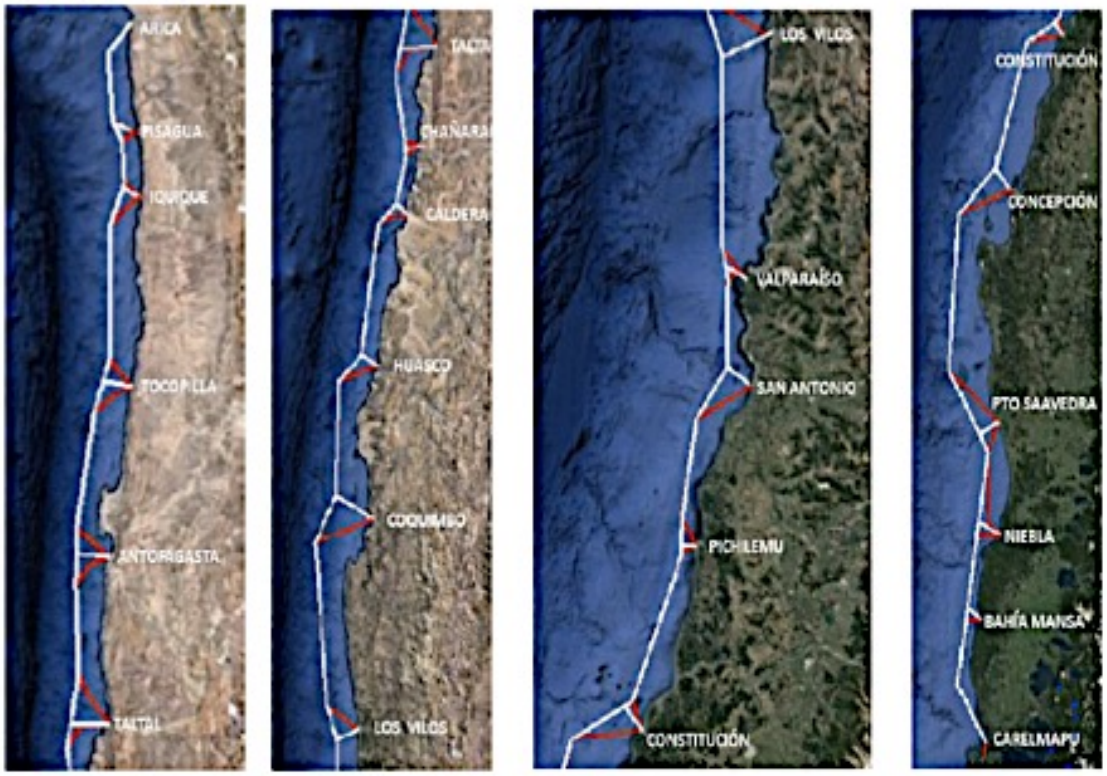



*Ilustración 20 Festón Arica – Carelmapu y extensión a Ancud (elaboración propia sobre Google Earth)*

8.8.1.2. Opción sistema Trunk & Branch sobrepuesto al sistema festón en trazos blancos:




El dimensionamiento de las capacidades por tramos se hizo considerando un origen del tráfico de subida en regiones con destino a Santiago, ya que a la fecha todas las salidas internacionales para tráfico de Internet están ubicadas en Santiago o Valparaíso y no existe evidencia clara, a la fecha, de que otras ciudades se vayan a incorporar como nuevo punto relevante de salida internacional de tráfico. Así, las capacidades de la red son menores en los extremos del país y aumentan en la medida que se acercan hacia la zona central.

La TNIT considera los tendidos de fibra óptica descritos y la electrónica para su iluminación, pudiendo proveer servicios punto a punto todo el país, con puertas desde 100 Mbps a 10 Gbps. Esto permite una oferta de canales transparentes y, adicionalmente como otro producto, la venta de fibra oscura por tramos.

En este diseño no está incorporado el servicio IP/MPLS, el que se puede

implementar como una capa superior sobre estos equipos, y puede aportar mayor eficiencia en la conectividad de capa 3. Sin embargo, esto es algo que también debe analizarse regulatoriamente, en la frontera entre la provisión de infraestructura o prestación de servicios. En cualquier caso, este diseño es totalmente compatible con la incorporación de esta capa IP/MPLS.

La TNIT resultado del diseño cubre un total de 409 ciudades y localidades, considerando un total de 423 sitios físicos de la red distribuidos de la siguiente forma: 62 nodos ópticos un su red troncal, otros 241 nodos sub troncales (dentro de los cuales hay 40 repetidores ópticos), 106 de acceso directo a la red troncal y 14 nodos sólo de repetición. Los anillos y tendidos de fibra óptica terrestre y submarina suman en total 24.479 Kms, de los cuales 4.426 Kms corresponden a cable submarino y 20.053 Kms a fibra óptica terrestre, cuyo 63% es fibra óptica terrestre soterrada y el restante 37% a fibra óptica aérea. El diseño también consideró 3 data centers, con estándar TIER IV, emplazados en las regiones de Antofagasta, Metropolitana y Los Lagos.

La inversión estimada para el despliegue de la TNIT, es de USD 1.009 millones, mientras que su costo de operación y mantenimiento anual es de USD 39 millones.

Se ha puesto especial énfasis en el diseño de la infraestructura civil, de clima y fuerza de todos los nodos de la TNIT. Esto porque la experiencia demuestra que, aproximadamente, el 50% de las fallas en las redes de telecomunicaciones se deben a problemas de clima y fuerza, mientras que el otro 50% se divide en problemas de software en primer lugar y multiplicidad de otros factores en segundo término.

Así, buscando minimizar los incidentes relacionados al clima y fuerza, se han diseñado salas de equipos modulares y estandarizadas, las que cuentan con respaldos eléctricos en términos de planos completamente independientes de alimentación, equipos de clima redundantes, rectificadores con bancos de baterías, grupos generadores y accesos de fibra óptica por cámaras independientes para cada uno de los grados y ODF también separados en racks distintos para cada uno de ellos.

Se ha incluido un sistema de monitoreo remoto que permite tener visión en tiempo real desde el NOC de la red, de todas las variables ambientales del nodo, como temperatura, humedad, presencia o ausencia de red eléctrica, grupo electrógeno funcionando o no, autonomía vigente de bancos de baterías y estanques de combustible y tele vigilancia. También se han contemplado accionamientos remotos de emergencia, como partida manual de grupo

electrógeno, apertura remota de puerta y conmutación de elementos de clima y fuerza a sus respectivas unidades de respaldo.

Respecto del funcionamiento de los equipos de transmisión, toda la gestión está centralizada en el NOC, con la facilidad del control completo de la red.

Este grado de control remoto y estandarización, es muy importante para la simplificación de la operación de la red y preparación del personal técnico. Asimismo, ante contingencias, permite un alto grado de conocimiento del estado de la red en forma instantánea, ayudando a una mejor toma de decisiones que finalmente se traducen en una mayor disponibilidad y en menores costos de operación.

## 8.- Estudio de Modelos de Inversión y Explotación Bajo el Concepto de Asociación Público – Privada :

### Síntesis del PNIT

El objeto central del PNIT es aumentar el nivel de competencia, el caudal binario y la confiabilidad de las actuales redes chilenas de banda ancha, a nivel local, troncal e internacional. El PNIT busca que las telecomunicaciones sean entendidas como la principal herramienta para lograr la inclusión digital en Chile, concepto que abarca desde el mejoramiento de la calidad de vida, los derechos básicos, las oportunidades educativas y laborales, y el acceso universal hacia el desarrollo productivo. También busca transformar a Chile en un Hub Digital del hemisferio sur. Los principales objetivos que pretende alcanzar el PNIT son:

- Disminuir los precios al usuario final, de modo que se acerquen a los promedios observados en los países miembros de la OCDE.
- Mejorar el caudal binario promedio del servicio de acceso a Internet para llegar a 9 Mbps .
- Lograr que el 90% de los hogares urbanos cuenten con accesos de 10 Mbps o más, y que al menos un 20% de ellos sea mediante tecnologías FTTC.
- Lograr que el 75% de los hogares rurales cuenten con accesos de 10 Mbps o más.
- Lograr que el 100% de escuelas públicas estén conectadas a Internet.
- Lograr que se ofrezcan conexiones de 100 Mbps para las denominadas "Industrias Inteligentes".
- Lograr que el 90% de las comunas cuenten con servicio WiFi público gratuito, como resultado del programa ChileGob, y
- Aumentar la Inversión per cápita en telecomunicaciones hasta alcanzar el promedio de los países miembros de la OCDE.

Como mecanismo de implementación, el PNIT considera impulsar asociaciones público privadas (APP), para dar vida a nuevos operadores de infraestructura de telecomunicaciones, de modo de reducir las barreras de entrada a los operadores que prestan servicios a los usuarios finales, aumentar la competencia y masificar el acceso a internet.

En líneas generales, una asociación público-privada se refiere a un acuerdo entre el sector público y el sector privado en el que parte de los servicios o labores que son responsabilidad del sector público es suministrada por el sector privado, bajo un claro acuerdo de objetivos compartidos para el abastecimiento del servicio público o de la infraestructura pública. Este contrato o acuerdo delinea las responsabilidades de cada una de las partes y en el se designa claramente la asunción de riesgos.

La intensidad de las asociaciones público-privadas se pueden agrupar en cuatro tipos. Contratos de gestión u operación de activos públicos, arriendo de activos públicos, concesiones BOT[1] o DBO[2] y empresa mixta que considera venta parcial de activos públicos a los privados.

En las últimas décadas, las APP se han ido expandiendo rápidamente en el mundo, especialmente producto de las crisis económicas. Por ello, existe una serie de directrices internacionales que han planteado las bases de las normas que reglan la materia, destacando los pronunciamientos sobre leyes modelos de UNCITRAL[3] y directrices emanadas de la OCDE[4].

En el derecho comparado se observa un reconocimiento transversal - y a nivel legal - de las APPs, como una herramienta que colabora con la misión del Estado de garantizar la provisión de infraestructura y servicios públicos a sus habitantes.

En nuestro país las principales experiencias de APP han estado vinculadas a los proyectos de obras públicas gestionados por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través del mecanismo de concesiones. Esas experiencias corresponden esencialmente a: Autopistas (urbanas e interurbanas); Obras públicas específicas (túneles, puentes); Aeropuertos; Hospitales; y Cárceles.

[1] Contrato donde el privado construye, opera y transfiere los activos
[2] Contrato donde el privado diseña, construye y opera
[3] Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional
[4] Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

Como característica general, estas concesiones mantienen para el Estado la propiedad (disposición) de la infraestructura materia de la concesión, así como de los bienes nacionales de uso público facilitados, y encargan al concesionario la responsabilidad de ejecutar las inversiones, obtener todo o parte del financiamiento requerido y asumir los derechos de operar y explotar los servicios durante el período de concesión. Asimismo, en la generalidad de proyectos de APP de obras públicas se dan naturalmente condiciones monopólicas para el concesionario, por cuanto se identifican con recintos o áreas geográficas determinadas, dentro de las cuales sólo el concesionario puede prestar los servicios propios de la concesión.

Las características más importantes de las concesiones de obras en Chile, dicen relación con: exclusividad o no de mercado; plazo de la concesión; de quién es la propiedad de los activos al término del plazo de la concesión; existencia o no de subsidio a la inversión; existencia o no de subsidio a la operación; existencia o no de contratación estatal asegurada; existencia o no de aporte de BNUP; la forma que se retribuye o no el aporte de BNUP al estado; quién es la principal entidad fiscalizadora; existencia o no de tarifas reguladas; existencia o no de venta al detalle; como se aborda la satisfacción de necesidades públicas futuras; definición de quién diseña, invierte y explota; marco legal que ampara la APP; tipo de desintegración que se establece; en el caso de redes límite o punto de desintegración; y existencia o no de renegociaciones, en lo principal.

Se observa que en autopistas, túneles y aeropuerto generan principalmente servicios que son utilizados en forma directa por personas naturales o por entidades privadas –y por ende pueden ser cobrados por el concesionario a esas personas o entidades–, mientras que en el caso de Concesiones de Infraestructura Hospitalaria e Infraestructura Penitenciaria generan servicios que en la práctica son utilizados (pagados) exclusivamente por el Estado.

En aquellos proyectos de APP en que los principales servicios son utilizados por personas o entidades privadas, el modelo de negocios para el concesionario se sustenta en recuperar los costos de inversión y operación de modo de obtener la rentabilidad del proyecto, a través de los pagos efectuados por los usuarios de estos servicios, a lo que se adicionan, cuando es del caso, los subsidios ofrecidos por el Estado y solicitados por el postulante a la concesión. En estos casos el concesionario, además de incurrir en los riesgos propios de variaciones en los costos de inversión y operación, incluyendo los generados por modificaciones requeridas para cumplir con los niveles de cantidad y calidad de los servicios reales, asume los riesgos de variaciones en

la demanda. Sin embargo, los contratos de concesión pueden incluir condiciones de mitigación de riesgos para el concesionario, que además de contemplar valores unitarios para compensar mayores costos de inversión o de operación, generados por modificaciones al contrato de concesión, incluyan compensaciones por diferencias entre los ingresos reales y los estimados previamente, en base a la demanda proyectada. Finalmente, cabe también señalar que, en los casos de APP para servicios públicos para uso de personas o entidades privadas, el Estado incurre también en el riesgo de generar condiciones anticompetitivas, que podrían traducirse en sobreprecios con respecto a servicios prestados en condiciones más competitivas, que en definitiva son pagados por los usuarios finales.

En lo relativo a Planes Nacionales de Infraestructura Digital, los países más preocupados de estos enfoques son parte de la Mancomunidad Británica de Naciones, destacándose entre ellos Nueva Zelanda, Australia y el Reino Unido. En Latinoamérica se verán los casos en Colombia y Perú.

a) Australia enfrentó el desarrollo de su Plan Nacional para el desarrollo de las Telecomunicaciones, a través de la creación, en el año 2009, de una empresa estatal, National Broadband Network Co. Limited (NBN), que tenía como objetivo diseñar, construir y operar la nueva red de última milla para servicios de banda ancha de Australia (entre el recinto del usuario final y el nodo de la red que le presta servicios). El objetivo clave de NBN es asegurar que todos los australianos tengan acceso a servicios de banda ancha rápida tan pronto como sea posible, a precios que correspondan al menor costo posible para los usuarios. Para alcanzar este objetivo, NBN se estructuró exclusivamente como un proveedor mayorista, de acceso abierto y en términos equitativos a todos los demás operadores (privados) requirentes de acceso. Esto con el objeto de establecer una mayor competencia y mejores servicios en la atención de usuarios finales en el sector de las telecomunicaciones australianas. NBN tiene el compromiso de proveer acceso de al menos a 25 Mbps de bajada a cada usuario final y de al menos 50 Mbps de bajada al 90% de los usuarios finales con líneas fijas. El despliegue tecnológico considera: FTTP, FTTB, FTTN, HFC, enlaces inalámbricos fijos 50/20 Mbps y enlaces satelitales 25/5 Mbps. En la actualidad ya hay alrededor de 50 operadores privados que prestan los servicios que requieren los usuarios finales; estos operadores son denominados “Retail Service Providers” (RSP), de los cuales cuatro corresponden a los principales operadores (privados), y atienden a sus clientes de banda ancha sobre la red mayorista de NBN. Los RSP, además, son los responsables de obtener la conectividad internacional, contratándola con los operadores mayoristas de este último rubro. El plan sigue considerando financiar alrededor

de USD 35 mil millones. De estos, el límite de capital a aportar por el estado es de USD 20 mil millones. Es importante observar que una parte importante de los gastos de capital de NBN ha estado dedicada a la adquisición de ciertas instalaciones a los operadores tradicionales (Telstra, Optus y otros), que ahora han tenido que ser contratados para efectuar el mantenimiento correspondiente (lo que ha generado algún revuelo). Una pregunta que surge es, ¿por qué el Estado no intentó que esas instalaciones -si es que eran susceptibles de ser aprovechadas- fuesen aportadas por el sector privado como parte del capital de NBN?. Como política de precios, NBN aplica tarifas mayoristas uniformes en todo el país, pero ello la deja expuesta a una fuerte competencia de precios en áreas de alta densidad de usuarios, atendidas por empresas privadas que cuentan con sus propios enlaces fijos de banda ancha, lo que dificulta su financiamiento. Finalmente, señalar que los riesgos principalmente están asociados a la organización de la empresa y al personal necesario para llevar adelante el exigente plan de instalaciones.

b) El gobierno de Nueva Zelanda actualmente está implementando la iniciativa Banda Ancha Ultra Rápida (UFB) y la Iniciativa Banda Ancha Rural (RBI). La UFB busca hacer disponible conectividad en fibra óptica para el 75% de los neozelandeses, en los próximos 10 años, con servicios de 100/50 Mbps y con énfasis durante los primeros seis años en escuelas, servicios de salud y nuevos desarrollos urbanos. El gobierno está invirtiendo USD 1.080 millones en esta red, gestionados por la empresa especialmente creada a estos efectos, denominada Crown Fibre Holdings (CFH). El resto de la población de Nueva Zelanda será cubierto por la RBI, proveerá conectividad en banda ancha mejorada también para escuelas rurales, centros de salud, instalaciones agrícolas y hogares rurales, y será financiado por la industria de telecomunicaciones, a través de un impuesto al desarrollo de las telecomunicaciones. Para implementar esta red se utilizan múltiples tecnologías y se financia con un préstamo de USD 288 millones, y otros USD 108 millones dedicados para las escuelas. La meta para el desarrollo de RBI, considera que al año 2025 el país tenga: el 99% de los neozelandeses con capacidad para acceder a servicios de banda ancha a velocidades de hasta 50 Mbps; y al 1% restante con capacidad para acceder a 10 Mbps. Una condición para participar en este plan y acceder al financiamiento del Estado, era convertirse en operador mayorista y no tener relaciones financieras con los proveedores de servicios prestados a usuarios finales. Chorus y otras tres compañías locales de fibra (Northpower, Ultrafast Fiber y Enable) cubren todo el territorio definido por el Estado. Los socios públicos y privados cumplen roles específicos en el proceso de despliegue de estas iniciativas. Las empresas que operan como mayoristas de infraestructura se denominan “Local Fiber Company” (LFC), son

las propietarias de la infraestructura correspondiente y reciben fondos de inversión desde entes públicos y privados. CFH financia también y se asocia con una LFC en la construcción de infraestructura de acceso (excluyendo la prestación de servicios a usuarios finales), y de ese modo ayuda a desarrollar la infraestructura comunal. Cuando la LFC vende un servicio de conexión a otro operador, que este último empleará para a su vez proveer un servicio a un usuario final, la LFC compra a CFH, en base a un valor previamente acordado, el correspondiente aporte que hizo a la infraestructura comunal. De este modo, a medida que se conectan usuarios, la participación de CFH en la propiedad del LFC se diluye, lo que provee a CFH de nuevos fondos para inversiones, sin necesidad de capital adicional de parte del Estado. Finalmente, en el largo plazo, el Estado debería recuperar a través de este mecanismo toda la inversión. Este método de financiamiento se escogió para estimular la inversión privada, por la vía de redistribuir los riesgos asociados. En particular, el riesgo de inversión lo puede tomar la CFH, mientras el socio privado toma el riesgo operacional. Adicionalmente, el Estado se está haciendo cargo de los problemas de resiliencia de la red de telecomunicaciones. En especial, está viendo cómo asegurar la gobernanza y operación de comunicaciones para los servicios de emergencia. Los principales factores de éxito que se advierten son: otorgar financiamiento público e implementar la separación estructural, para asegurar inversiones de largo plazo en infraestructura; enfocarse en la construcción de infraestructura de largo plazo mediante tecnología FTTH; e invertir, más que subsidiar, para hacer un uso más efectivo de los fondos públicos.

c) El gobierno inglés plantea como objetivo asegurar que el Reino Unido tenga la infraestructura de comunicaciones digitales adecuada para impulsar el crecimiento económico y la innovación, además de la competitividad, y construya una base para la sociedad digital del futuro. El responsable de implementar esta política es la Broadband Delivery UK (BDUK), que es parte del Ministerio de Cultura, Medios y Deporte (Department for Culture, Media and Sport, DCMS). La implementación de la Banda Ancha Súper Rápida se hará en tres etapas: en su etapa 1, el objetivo fue que el 90% del Reino Unido tuviese acceso a banda ancha súper-rápida (24 Mbps+) al 2016, y acceso a banda ancha básica (2 Mbps) para todos, a partir de diciembre 2015, esta meta se cumplió a inicios de 2016; en su fase 2, el objetivo es que el 95% del Reino Unido tenga acceso a banda ancha súper-rápida (24Mbs+) al 2017, apoyado por la inversión pública de más de USD 2.175 millones, a través del programa gubernamental Banda Ancha Súper Rápida; y la tercera etapa contempla explorar opciones para proveer cobertura súper rápida a los lugares de más difícil acceso del Reino Unido. Esta etapa cubrirá el 5% que resta. Otra línea de

trabajo relevante, Ciudades Súper Conectadas, se asignaron USD 190 millones de inversión para proveer un mínimo de 10.000 vouchers para pequeñas y medianas empresas (SME, por su sigla en inglés) en 22 ciudades; Wi-Fi en hasta 1.000 edificios públicos; otros proyectos de conectividad digital para incrementar la capacidad de banda ancha a través de la habilitación de proyectos innovadores en hubs de SME y PIT; adicionalmente se asignaron otros USD 50 millones para extender el esquema de vouchers de conexión a otras 28 ciudades a marzo de 2016.

d) En el año 2010, el gobierno de Colombia, a través del Ministerio TIC decidió que la mayoría de las comunas deberían tener acceso a servicios de alta velocidad. Se inició un plan para lograr esto, realizando diversos estudios para determinar objetivos prioritarios y los costos de desplegar un backbone de FO. La idea era encontrar una forma de incentivar al sector privado para construir esta red nacional. Se identificaron 400 comunas como prioritarias y el costo estimado para interconectarlas con FO se estimó en aproximadamente USD 200 millones. El gobierno abrió una licitación para desplegar esta red backbone de FO con una longitud de 19.000 km. En forma adicional se debía instalar un nodo de interconexión en cada comuna, y el ganador debería proveer servicio a 2.000 escuelas, hospitales, unidades de las fuerzas armadas y edificios gubernamentales. Finalmente, el proponente debía desplegar esta red de modo que los tramos aéreos no superasen el 75%. La licitación se adjudicaría a la empresa que ofreciera conectar la mayor cantidad de comunas -por sobre las 400 especificadas en las bases- sujeta al mismo subsidio de USD 200 millones. La licitación la ganó la empresa mexicana TV Azteca, que se comprometió a incluir 353 comunas adicionales a las 400 comunas originales, totalizando 753 comunas. Posteriormente el gobierno solicitó una ampliación de 1.500 km de FO para alcanzar un total de 788 comunas, aportando USD 10 millones adicionales por esta extensión.

Azteca Comunicaciones reportó al finalizar el proyecto, en marzo 2015, haber instalado 20.500 Km de FO, cubriendo el 80% del territorio nacional. Adicionalmente, este año se anunció que la red trocal de FO llegará a 1.078 municipios. La extensión se hará como parte del Proyecto Nacional de Fibra Óptica, que fue adjudicado por el Ministerio TIC el pasado 4 de noviembre, a la compañía (consorcio) denominada "Unión Temporal Fibra Óptica Colombia", por la suma de USD 140 millones. Finalmente, señalar que uno de los principales escollos que ha enfrentado este operador es la seguridad, que se ha convertido en un desafío para muchas compañías de servicios, pues además de las dificultades geográficas, algunos actos vandálicos están haciendo mella

en la operación. Los cortes se producen por varias razones, desde reclamos sociales hasta la búsqueda del pago de mayores derechos de servidumbre.

e) En Perú, con el objeto de mejorar la inclusión digital, principalmente en las zonas de sierra y selva, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones impulsó el desarrollo del proyecto Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, a través de una APP de giro exclusivo, que recibiría subsidio de Estado para cubrir el Capex, y cuyos ingresos contarían además con una garantía estatal (pero si los ingresos resultan mejor que lo presupuestado, esa parte de las utilidades se reparte entre el concesionario y el Estado). La concesión además fue concebida para prestar servicios mayoristas de transporte de datos (servicio portador), sin atender a los usuarios finales. En este contexto se promulgó la Ley N° 29.904, Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, a través de la cual la construcción de esa red se declara de necesidad pública e interés nacional. La Red Dorsal -licitada en 2014 y que acaba de entrar en operación- es un proyecto de red troncal de fibra óptica con una extensión de 13.500 km, que llega a 180 capitales de región y provincia. El proyecto fue adjudicado a la empresa Azteca Comunicaciones Perú S.A.C., que en 20 años recibirá subsidios por USD 330 Millones para cubrir el Capex. La Red Dorsal dispondrá de puntos de conexión internacional con Bolivia, Brasil, Chile y Ecuador. La Red Dorsal se tendió esencialmente al costado de carreteras y sobre postación de líneas de alta y media tensión. La Red Dorsal se tendió esencialmente al costado de carreteras y sobre postación de líneas de alta y media tensión.

La regulación de las telecomunicaciones nacionales -cuyo pilar central data de 1982- está quedando obsoleta, a causa del violento avance que ha tenido la tecnología en los últimos años. Considerando que el mercado no siempre resuelve por sí mismo los problemas de cobertura, calidad, confiabilidad o precios que afectan a los usuarios. Por ejemplo, la sola acción del mercado no ha podido resolver los problemas de resiliencia de las actuales redes troncales de fibra óptica del país; de igual forma, algunos usuarios pagan precios altos, en comparación con los precios observados en otros países de la OCDE. El PNIT procura resolver esos problemas, mediante una APP. La legislación de concesiones de obras públicas que podría ser aprovechada para implementar una APP y la posibilidad de aplicar el futuro Fondo de Infraestructura con el mismo objeto. Las APP que han permitido materializar proyectos como autopistas u hospitales, se rigen por la Ley de Concesiones del MOP, mientras que, en telecomunicaciones, las concesiones se rigen fundamentalmente por la LGT y sus correspondientes reglamentos. las concesiones de Obras Públicas

es el Estado -a través del MOP- quien especifica y diseña el proyecto a licitar, determinando el tipo y calidad de servicios (incluyendo generalmente hasta el proyecto de ingeniería). En cambio, en los servicios de telecomunicaciones (exceptuando los proyectos subsidiados por el FDT) es el concesionario quien determina por sí mismo el proyecto, incluyendo el tipo de servicio a proveer y su cobertura.

La correcta identificación y asignación de riesgos en un proyecto permite reducir los costos de financiamiento. Una de las herramientas metodológicas empleadas para tal objeto es la denominada matriz de riesgos, que permite identificar y analizar los riesgos inherentes al proyecto que se quiere financiar, de modo de estudiar como cubrirlos o mitigarlos. Desde el punto de vista del sector público, la transferencia de los riesgos debe asegurar que el concesionario y los inversores cuentan con los incentivos para proveer el servicio que se requiere. El principio general es que los riesgos deben ser transferidos al actor -público o privado- que tenga la mejor capacidad para controlarlos, al menor costo. Esto también implica que quien asume el riesgo debe tener la libertad para manejarlos, de acuerdo a lo que estime más conveniente. Por tanto, la autoridad pública debe asumir los riesgos que se relacionan con asuntos que el sector privado no pueda controlar de manera eficiente. No obstante, la autoridad pública tampoco puede asumir riesgos excesivos, por lo que es recomendable mantener en el sector privado aquellos riesgos que éste históricamente ha estado dispuesto a asumir. Un error común por parte del sector público en algunos programas de APP ha sido precisamente exigir a los licitantes que acepten riesgos excesivos, en particular riesgos que ellos no pueden administrar, con el resultado que cuando los financistas estudian el proyecto, éste fracasa o bien es preciso renegociarlo con el Estado.

Para implementar el PNIT, mediante una APP, los posibles modelos a considerar, que van desde aquel donde la propiedad y la responsabilidad de invertir y operar (PRIO) es esencialmente privada, hasta uno donde la PRIO sería esencialmente estatal. Donde la PRIO es esencialmente privada, el control del Estado para implementar el PNIT sería indirecto. En el otro extremo, en cambio, el control del Estado sería directo. Un modelo intermedio, consistente en recurrir al régimen de concesiones del Ministerio de Obras Públicas (MOP), donde la PRIO puede ser esencialmente privada, pero el Estado logra un control más directo en cuanto al diseño y operación de la infraestructura correspondiente. El régimen de concesiones del MOP ha sido aplicado con bastante éxito en proyectos tan diversos como autopistas (urbanas e interurbanas), obras públicas específicas (túneles, puentes), aeropuertos,

hospitales o cárceles, y bien podría aplicarse también para implementar el PNIT. En todo caso, una concesión otorgada al amparo del régimen de concesiones del MOP, podría ser entregada a un agente privado, o bien a un consorcio formado por inversionistas privados y por el propio Estado, de modo que este último logre también un grado de control adicional. Los modelos de APP podrían concebirse para que el PNIT sea estructurado para operar en un mercado abierto (en competencia con otros agentes), y/o en un mercado exclusivo, de modo de evitar la duplicación de infraestructura y aprovechar en mejor forma las correspondientes economías de escala.

En los modelos basados exclusivamente en la LGT, donde no se considera el régimen de concesiones del MOP, el concesionario podría conservar la propiedad de determinados activos al término de la concesión (terrenos, cartera de clientes, etc.), restituyendo al Estado sólo el derecho de uso los bienes nacionales de uso público (BNUP), como ocurre hoy, o bien todos los activos podrían pasar a manos del Estado, lo que naturalmente tendrá incidencia en los costos. Si al término de la concesión todos los activos pasan a ser propiedad del Estado, éste podría seguir prestando el servicio por sí mismo, o bien llamar a concurso público para que un nuevo concesionario se haga cargo de las instalaciones y continúe prestando el servicio.

Por su parte, las opciones de modelos de APP identificadas, así como sus requerimientos de inversión y resultados, es como sigue:

**Modelo 1** - Basado en LGT actual con PRIO privada, mercado competitivo y extinción parcial de la concesión. Requiere USD 1.053,7 millones de inversión y un subsidio por una vez de USD 1.042,5 millones.

**Modelo 2** - Basado en LGT actual con PRIO privada, mercado exclusivo y extinción total de la concesión. Requiere USD 1.053,7 millones de inversión, tiene un VAN de USD 1.665,8 millones, considera un costo de abandono de las redes troncales actuales, que se ha estimado en USD 879,9 millones.

**Modelo 3** - Basado sólo en ajustes al sistema actual (LGT actual, PRIO privada, mercado competitivo y extinción parcial de la concesión. Requiere USD 214,8 millones de inversión en TNIT, resiliencia y ampliación de capacidades y un subsidio de USD 72,6 millones.

**Modelo 4** - Basado en concesión del MOP con PRIO privada, mercado competitivo y extinción total de la concesión. Requiere USD 1.053,7 millones de inversión y un subsidio por una vez de USD 1.137,3 millones.

**Modelo 5** - Basado en concesión del MOP con PRIO privada, mercado exclusivo y extinción total de la concesión. Requiere USD 1.053,7 millones de inversión, tiene un VAN de USD 1.665,8 millones, considera un costo de abandono de las redes troncales actuales, que se ha estimado en USD 879,9 millones.

**Modelo 6** - Basado en empresa estatal y mercado competitivo. Requiere USD 1.053,7 millones de inversión y un subsidio por una vez de USD 1.137,3 millones; y

**Modelo 7** - Basado en empresa estatal y mercado exclusivo. Requiere USD 1.053,7 millones de inversión, tiene un VAN de USD 1.665,8 millones, considera un costo de abandono de las redes troncales actuales, que se ha estimado en USD 879,9 millones.

Entonces para el logro de los objetivos planteados en el PNIT se requiere:

I) Impulsar el desarrollo de una red troncal de telecomunicaciones de alta capacidad del país (basada preferentemente en fibra óptica), hasta conformar la TNIT (Componente 2 del PNIT) con condiciones de resiliencia frente a catástrofes, y con una capacidad acorde a la demanda proyectada para el mediano y largo plazo.

II) Considerar en la cobertura de la TNIT las comunas o localidades no cubiertas de manera satisfactoria por los actuales operadores, conforme a lo que se ha identificado en el Anexo VI, e

III) Incrementar la penetración de los servicios de acceso a Internet de alto caudal binario (alta velocidad), en las comunas o localidades que actualmente cuentan con una baja penetración, conforme a lo que se ha identificado en el Anexo VII.

La opción que requiere menores recursos presupuestarios del Estado sería que la TNIT se sustente en forma mayoritaria en las redes troncales y de derivación de los actuales operadores, conforme al modelo de APP que equivale a mejorar el modelo regulatorio que actualmente impera en la industria. Este modelo exige el desarrollo de normativas de calidad y respaldo mutuo, relacionadas con el concepto de infraestructura crítica y aplicar la condición -tal como se exige a los servicios públicos de telecomunicaciones- de satisfacer la demanda de sus usuarios sin discriminación (open access).

En caso que el Estado opte por este modelo, los requerimientos de cobertura se pueden lograr mediante la licitación -por parte del FDT- de proyectos de extensión de las actuales redes troncales de FO, hasta las comunas que en la actualidad no tienen acceso a ellas.

Cualquiera sea el modelo que se elija para constituir la TNIT, en el futuro también habrá que impulsar proyectos de redes de banda ancha para la última milla, que en principio se implementarían mediante tecnología de fibra óptica (en las zona urbanas). Si esos proyectos se circunscriben sólo a las localidades donde las redes de banda ancha para última milla son hoy inexistentes, o precarias, la inversión requerida llegaría a USD 1.464 millones. Dado que la inexistencia o precariedad de estas redes obedece a que los proyectos correspondientes no son rentables, desde un punto de vista privado, es probable que la magnitud del subsidio requerido para impulsarlas sea similar a la magnitud de esa inversión.

Por su parte para extender los servicios gratuitos del programa WiFi ChileGob, de modo de lograr una mayor cobertura en las comunas o localidades que hoy presentan una baja penetración de medios de banda ancha. Se tiene un costo de USD 372,6 millones (inversión inicial y los dos primeros años de operación), que tendrían que ser cubiertos íntegramente por el Estado, a través del FDT.

## 9.- Reuniones con Principales Operadores:

Todas las reuniones fueron solicitadas directamente a los Gerente Generales de las compañías y derivadas por ellos a los especialistas correspondientes.

### 9.1.- Telefónica Chile S.A.

La reunión con telefónica Chile S.A., fue llevada a cabo el día 04 de Septiembre de 2016. Participaron por esta compañía:

- Patricio Cáceres: Gerente de Planificación Estratégica y Regulación de Telefónica Chile.

- José Miguel Torres: Gerente de Planificación de Red en Telefónica Chile.

- Luis Vera.

Telefónica, considera que Internet ha pasado a formar una parte central en la oferta de servicios de telecomunicaciones.

Esta oferta en los servicios móviles está determinada por el volumen de datos a ser cursado, mientras que en la oferta residencial, es mandatorio la velocidad de conexión. En un futuro cercano, la calidad del servicio de internet, va a ser un factor de estrategia competitiva, principalmente por el negocio del video, que se considera distinto del negocio de la televisión.

El negocio del video, guarda mayor relación con los OTT y el desarrollo de contenido específico para los diversos tipos de terminales y clientes.

Por su parte los patrones de consumo en los servicios móviles y residencial son distintos, concentrando la mayor parte del volumen estos últimos. La razón esta relacionada con el hecho que el consumo residencial es compartido por varios miembros de la familia sobre una misma conexión, al hecho que los consumos son distintos en una televisor de alta definición que en un terminal móvil y por último al tipo de uso que se le da al consumo. Por ejemplo, una película de 2 hora de duración es más proclive a se vista en la comodidad del hogar en un televisor, que en un aparato móvil. De ahí que Telefónica esté interesada en el desarrollo de contenido de televisión para equipos móviles, como mini seriales de 10 minutos de duración. También por razones de costos, tiende a haber una

importante migración del tráfico de datos de los terminales móviles al WiFi en oficina o el hogar.

El consumo de datos móviles en la actualidad es de 5 GByte/mes por terminal, mientras que alcanza los 160 Gbyte/mes por hogar.

La tasa de crecimiento del tráfico observada en la actualidad es de un 45% anual. Si esto se proyecta a 5 años, en tal período el tráfico se habrá multiplicado por 6,4 veces. Este valor se encuentra bastante en línea con el Estudio de la Situación de Demanda Futura de uso de Infraestructura de Telecomunicaciones en Hogares desarrollado por E-Volution, que proyecta para igual periodo un factor de 5,5 veces. Si bien Telefónica Chile no tiene proyecciones de más largo plazo, hay consenso que el video será el driver más importante.
Desde el punto de vista de Telefónica Chile S.A., la oferta de Internet puede ser diferenciada tecnológicamente, dependiendo de las características de la demanda de distintas zonas. En particular de la densidad de potenciales clientes, determinada por su capacidad de pago. Por ejemplo, comunas como La Pintana, en la Región Metropolitana, pese a ser extensas y densas en población, poseen una baja densidad de potenciales clientes con real capacidad de pago, por lo que una solución del tipo 4G puede ser viable en vez de una solución de fibra óptica para la cual podría no haber capacidad de pago y alto riesgo de recuperación de la inversión

En el mediano o largo plazo, la necesidad de fibra óptica, es incuestionable. Incluso tecnología como 5G, dada su necesidad de alta densificación de sitios, requerirá de la llegada de fibra óptica para su conexión muy cerca de cada una de las casas (en 5G se espera que se multiplique por 10 o 20 veces la cantidad actual de sitios móviles).

Hoy en día, para demandas sobre 70 u 80 Gbytes mensuales, resulta más atractiva la fibra óptica como solución de acceso.

Bajo esta premisa, la disponibilidad de espectro como el de la banda de 2.600 MHz TDD (distinto a la banda licenciada para LTE), o la banda de 3.500 MHz, subutilizada la día de hoy por empresas concesionarias, pueden ser una solución económicamente más viables para cubrir servicios de internet fijo en áreas de baja densidad de clientes con capacidad de pago. En este sentido, la banda de 2.600 TDD, resulta más atractiva, debido a una mejor penetración indoor, que hace menos exigente, y por consiguiente más económicos, los equipos terminales a instalar en la residencia de los clientes.

La oferta universal del servicio, no puede ser provista por telefónica Chile S.A. en los segmentos de menores ingresos, dada su estructura de costos sin un subsidio a la demanda. En las inversiones de acceso, aproximadamente el 50% se lo lleva la obra civil, el 25% los permisos y el otro 25% la acometida a la casa del cliente.

Un factor a tener en consideración en las decisiones de inversión, está relacionado a la estabilidad de los ingresos. Esto se traduce en la estabilidad del flujo recurrente que se puede alcanzar con la oferta de servicio en una determinada zona. En los sectores de menores ingresos, no se produce un flujo de ingresos por hogar con la periodicidad mensual de un hogar asalariado estándar. Es más bien un flujo inestable y por lo tanto el consumo se alinea con la disponibilidad de ingresos que no necesariamente asegura un flujo regular. Esta es la razón por la que se estima que para esos segmentos el modelo de prepago es más apropiado. Es decir, se compra en la medida que se tiene dinero, pero no se compromete un gasto recurrente sin tener la seguridad de los ingresos futuros. De ahí que para estos segmentos el modelo de subsidio a la demanda haya sido mencionado. Estas conclusiones las obtuvo Telefónica Chile S.A. de un estudio efectuado hace unos años en conjunto con la ONG Un Techo Para Chile.

Telefónica Chile S.A, considera que los modelos de desarrollo para masificar y apurar el acceso a Internet de Banda Ancha, deben obedecer a un modelo mixto:

a) Zonas con Red: Potenciar el subsidio a la demanda, para permitir el acceso al servicio a quienes no pueden comprometer un gasto recurrente. No es necesario subsidiar en aquellas zonas en que existe capacidad de pago.

b) Áreas Sin Infraestructura Relevante: Permitir el funcionamiento del mercado y subsidiar el despliegue de infraestructura y su operación (Capex y Opex), en las que un modelo como el Fondo de Infraestructura puede ser muy útil. Por ejemplo lo implementado para el FOA o un eventual robustecimiento y ampliación de la red troncal (TNIT).

c) Zonas de Despliegue Rural y Extremo: Mantener el FDT.

Telefónica, hace ver que, en su opinión, el modelo de telecomunicaciones es distinto al modelo de concesiones viales o mercados como los servicios de

agua potable y electricidad, en los que se dan monopolios naturales. Este es un mercado en competencia sin resguardos zonales a la actividad. De esta forma, aparece como factor de riesgo para las empresas del sector, las altas inversiones que se puedan hacer sin lograr las tasas de penetración que viabilicen las inversiones asociadas. Así se concluye que siendo la fibra óptica un bien requerido de largo plazo por la evolución tecnológica, es probable que en el corto plazo no sea necesaria en todas partes y ello permita mitigar el riesgo de un inversión muy extendida.

Este tipo de decisiones depende los retornos exigidos por los accionistas, los que se rigen por valores correspondientes a periodos de retorno y tasas privadas. No obstante, las decisiones de despliegue de fibra óptica, cuentan con plazos de retorno mayores, ya que de lo contrario los proyectos no resultan viables económicamente.

En Europa, se aprecian altos niveles de penetración de banda ancha. Sin embargo, no es lo mismo la banda ancha que la penetración de fibra óptica. En países como España y Portugal, se promovió la desagregación pasiva y se aseguró que no habría desagregación activa. La desagregación pasiva apunta a la compartición de elementos de red como los ductos para permitir el acceso a los edificios de departamentos o centros comerciales. La desagregación activa se refiere a la compartición de filamentos de fibra óptica. Este modelo, según Telefónica, dio la certeza para las inversiones, alcanzando ambos países un nivel de penetración de fibra óptica destacado entre los países de la OCDE. Por el contrario, en países como Inglaterra o Alemania, las políticas apuntaron a un modelo de desagregación activa, con resultados de baja penetración de fibra óptica, no así de banda ancha necesariamente.

Modelos como el de Australia, son considerado  muy centralizados y como un extremo. Los costos fueron subdimensionados y al cambiar el gobierno se replanteó la solución. Telefónica considera la necesidad de un modelo que logre permanencia en el tiempo a diferencia de lo que ha sucedido con la Agenda Digital que ha venido cambiando cada 4 años y sin resultados concretos. Se considera que Chile ha avanzado a un buen ritmo y se reconoce también que varios países están replanteando sus modelos y buscando cambios para aumentar la velocidad de penetración de la banda ancha.

Se plantea también la preocupación que modelos de desagregación activa en zonas de bajos ingresos (para conseguir una mayor eficiencia económica), puedan usarse como argumentos para hacer lo mismo en zonas donde la competencia puede funcionar correctamente.

Respecto de la fibra óptica troncal, se reconoce que hay un problema de resiliencia, antigüedad y capacidad. Asimismo, como está indicado en el estudio realizado por Regulación – Mercados Grupo Consultor, sobre el Diseño Técnico de la Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones (TNIT) de Fibra Óptica, también se reconoce que tal red es cada vez más crítica, dada la mayor inteligencia requerida para prestar los servicios, dados avances como la portabilidad numérica, el término de la larga distancia nacional y su concentración de puntos únicos de falla en centros de mayor población.

Telefónica manifiesta que ve un potencial de un desarrollo público privado para potenciar esta red, mejorando su disponibilidad, capacidad y cobertura. A tal efecto, menciona la experiencia del desarrollo conjunto entre Telefónica, Entel y Claro, para un cuarto tendido entre Santiago y La Serena. Pero se reconoce la necesidad de hacer algo parecido, entre La Serena y Arica y entre Santiago y Puerto Montt.

En relación con los modelos económicos vigentes en la industria de las telecomunicaciones, que han estresado los costos de adquisición de clientes por medio de la portabilidad numérica y el subsidio a los terminales, Telefónica considera que ello ha sido una realidad del mercado impulsada por las mismas políticas públicas y que no ha afectado su política de inversiones. Al igual que los cargos de acceso, permitieron la masificación de prepago y el ingreso de nuevos operadores móviles, estas políticas permitieron una mayor cantidad de actores en el mercado. En telefónica esta realidad, no ha afectado su política de inversiones, ya que esta no guarda relación con los márgenes operacionales, sino se relaciona directamente con los ingresos. Si bien la mayor competencia no ha impulsado el crecimiento de los ingresos de una manera significativa, Telefónica ha mantenido niveles de inversión en los últimos años en torno al 20% de los ingresos, habiendo alcanzado el 2010 la cifra más alta de un 26%.

En síntesis se concluye que Telefónica es partidaria de un sistema mixto, fomentando el subsidio a la demanda en las zonas en que existe red e incapacidad de pago por parte de toda la población y de subsidio a la infraestructura donde el mercado no permite generar las condiciones de inversión dados los retornos exigidos por los inversionistas privados. Por otra parte, el modelo actual con superposición de redes y competencia por ellas y por servicio, debería mantenerse en aquellas zonas en que el mercado lo permite. También valora una iniciativa de un despliegue troncal con nuevos actores – públicos y/o privados – aportando nuevos tendidos que permitan mejorar la cobertura y disponibilidad de la red.

### 9.2.- Entel Chile

El pasado 6 de Septiembre, se sostuvo una reunión con Alexis Licci, Gerente de Planificación de Entel.

Entel, es una compañía, con una fuerte orientación a los servicios de telefonía móvil masiva y redes de datos y servicios de data center para el segmento empresarial. Su presencia en el segmento residencial está compuesta de servicios de telefonía fija inalámbrica (soportados por la red móvil) y servicio de televisión basados en tecnología DTH. No cuenta con una oferta de Internet fija en este segmento.

Considera que la extensión de las redes de fibra óptica, hasta la residencia misma de los clientes, no es viable económicamente en todos los casos, pudiendo establecerse una complementación adecuada con redes de tipo fijo inalámbrico, en escenarios de baja densidad. En particular las redes móviles, pueden ofrecer una solución competitiva en sectores de bajos ingresos.

Por la naturaleza de las redes fijas, los niveles de competencia en ellas son menores, sin un símil a la portabilidad numérica, en los servicios de internet que permita generar un impacto significativo en los precios. Las propias barreras de entrada, como la exclusividad de ciertas zonas, hace que soluciones tecnológicas de menor calidad como ADSL no siempre sean desafiadas.

La Ley de Torres, si bien ha cumplido con su objetivo desde el punto de vista urbanístico, ha ralentizado el despliegue de las redes móviles, retardando la oferta de servicios competitivos a las soluciones de red fija tradicional. La necesidad de la coexistencia de múltiples redes (2G, 3G y 4G), son altamente demandantes de la capacidad mecánica de las torres, razón por la cual al transformarse en un recurso escaso, se hace más compleja la colocalización entre diferentes operadores. Las necesidad de soportar la creciente demanda de tráfico obliga a una mayor densidad de sitios y por lo tanto un continuo despliegue de infraestructura para aumentar los sitios de las redes móviles.

Entel estima que las tasas de crecimiento de los tráficos de internet móvil, se mantendrán entre un 60% a 70% interanual por los próximos 5 a 6 años, sin un incremento proporcional de los ingresos por clientes, pero con la necesidad de enfrentar los mayores costos e inversiones que implica soportar ese crecimiento. En este sentido, el impuso generado por las aplicaciones de video, resultan ser los vectores que marcan el crecimiento. La creciente tendencia del

tráfico encriptado, disminuye la afectividad de las soluciones de Cache, haciendo más significativa la exigencia del transporte de tráfico en las redes.

El subsidio a los terminales, ha producido un impacto visible en los costos de la industria móvil y se vislumbra una tendencia a la baja en esa estrategia, con la aparición de ofertas de planes que no incluyen los equipos. Es posible que el mayor costo de esta práctica haya tenido algún impacto en los precios de Internet. No obstante, dichos precios, en la actualidad, no presentan grandes diferencia medidos en Gbps en la oferta disponible en el mercado. La voz, como productos, ha presentado un retroceso muy significativo perdiendo terreno frente a los servicios de datos móviles y con una muy posible absorción de ella como una aplicación más de datos en el corto plazo.

Entel declara que la compañía sí está interesada en el despliegue de servicios de internet fija residencial, para segmentos medios y altos a través de fibra óptica, con expectativa de llegar a cubrir un millón de hogares.

En relación a la red troncal, Entel no posee una visión crítica respecto del estado de las actuales redes y su grado de vulnerabilidad, ante situaciones de crisis, en el tramo comprendido entre Arica y Puerto Montt. No así en el tramo al sur de Puerto Montt. Asimismo, en cuanto al grado de concentración de los elementos más críticos de Core de las redes, posee planes de distribución de estos a regiones para disminuir la centralización de las redes.

Respecto de los precios internacionales para el transporte de los servicios de Internet, estos no aparecen como un gran problema ni de una relevancia tan significativa en los costos.

Respecto de la incorporación de un actor impulsado por el gobierno, este puede hacer sentido en aquellos sectores más aislados en los que el mercado no puede funcionar adecuadamente, ya que las rentabilidades exigidas por los accionista no son factibles de alcanzar. En aquellos casos, tanto el subsidio estatal, como la no superposición de redes, puede resultar en una solución factible. En caso que este sea conformado tanto por operadores públicos como privados, resulta importante resguardar la rentabilidad de largo plazo, evitando la incorporación de especuladores.

### 9.3.- WOM

La reunión con WOM fue sostenida con su Gerente General, Sr, Chris Bannister y sus ejecutivos a cargo de asuntos legales y red.

WOM considera que el mundo en general está migrado a proveer bienes y servicios a través de aplicaciones en línea: e-commerce, e-education etc, por lo cual la falta de accesibilidad a los servicio de internet, de precios razonables y de calidad, constituyen una discriminación hacia las personas que no cuentan con este acceso.

El crecimiento de los servicios de internet ha sido enorme, pasando el consumo mensual en servicios móviles de 1 GByte a 5 Gbytes por usuario en un período de 2 años, con una importancia relevante del video e IoT.

Considera que la oferta de servicio de fibra al hogar en Chile es muy limitada, cara y de baja calidad. Los servicios de banda ancho móvil, pueden ser una alternativa competitiva en este segmento, en especial teniendo en consideración que la generación “millenial”, no se va a amarra a este tipo de servicios.

WOM define su estrategia basada en la alta calidad de la conexión a precios razonables.

Las políticas de gobierno para incentivar la oferta deben centrarse en aquella zonas en las que el mercado no funciona. Considera que en el caso del transporte nacional (TNIT) es una sector en el que hace sentido, ya que este más bien la oferta actual es duopólica, con precios altos y una disponibilidad y vulnerabilidad que no está a la altura de las necesidades del país. No tiene la resiliencia apropiada ya que en esencia va en buan parte de su tendido por una misma ruta.

En este sentido, WOM ve la iniciativa del proyecto FOA (Fibra Óptica Austral), como una iniciativa correcta.

Considera que la regulación actual no promueve la competitividad, en particular por el inequitativo acceso al espectro de frecuencia, en particular a la banda de 700 MHz, que permite una mejor propagación y por lo tanto una cobertura más efectiva de los servicios móviles con una menor inversión. Una cobertura del 100% de la población requeriría de más espectro.

En opinión de WOM, hoy los servicios de internet móvil son más económicos que los de Internet fijo, ya que en este último servicio no existe la competencia que se observa en las redes móviles y también debido a ineficiencias en este segmento.

El acceso al despliegue de infraestructura móvil, es poco expedito para las necesidades del país y la experiencia mundial en materia de colocalización es que esta no funciona a menos que exista mucha competencia entre los operadores, en cuyo caso los tamaños de las redes ofrezcan una real oportunidad de complementación. Chile necesita aún mucha más infraestructura de telecomunicaciones, a lo menos unas 10.000 antenas más para soportar las futuras redes de 5G.

Se considera la necesidad de un regulador más fuerte, dada la alta influencia de los grandes operadores y a una tendencia de acaparamiento de espectro que resulta ineficiente para el país y crea barreras artificiales a la competencia.

### 9.4.- VTR

La reunión con VTR, fue llevada a cabo el día 12 de Septiembre con su Gerente General, Sr. Guillermo Ponce y el VP de asuntos legales Sr. Miguel Oyonarte.

VTR considera que los parámetros de mercado en Chile, se encuentran en línea con otros operadores mundiales, particularmente en cuanto a precio a público.

Considera que es importante hacer el análisis de rentabilidad sobre los activos para entender cuando una compañía se encuentra desarrollando un negocio que es sustentable sobre esa base. A nivel mundial se puede observar que existen empresas que logran el equilibrio adecuado y son sustentables. Existen otras que llegaron tarde el mercado y no logran revertir una situación permanente de pérdidas mientras luchan por ganar una cuota de mercado. Otras, aparecen como especuladores, con precios fuera de toda rentabilidad posible, con un modelo de negocios más bien basado en forzar su compra para no continuar destruyendo valor.

Comparte la visión de que la calidad de la red troncal existente es de alta vulnerabilidad y que requiere de una estrategia para su mejora. Valora la iniciativa del proyecto de Fibra Óptica Austral, pudiendo ser este un motivador

para extender su zona de servicio a otras localidades del país en las que hoy no presta el servicios.

Respecto de una red única con participación del estado, esta debiera estar centrada en aquellas zonas en que el mercado no puede desarrollarlo y teniendo en consideración una solución tecnológica que se haga cargo del uso más eficiente de los recursos de inversión para las densidades propias de cada caso.

### 9.5.- Claro

La reunión con Claro fue sostenida el día xx de Septiembre de 2017. Contó con la participación del su Gerente general, Sr. Mauricio Escobedo y el Fiscal, Sr. Cristian Salgado.

Frente a la idea de llegar con fibra óptica, ojala al 100% de los hogares, tal como se llegó con la telefonía en su momento, se plantea la interrogante de por qué los usuarios rurales requieren las velocidades que ofrece la fibra óptica en la ciudad. Plantea que las mayores carencias y urgencias están por el lado de la digitalización.

Claro se muestra abierto a analizar y evaluar iniciativas relativas a compartición de infraestructura, ya sea que considere o no inversiones realizadas por el gobierno.

Señala que en situaciones como las que se hace cargo el proyecto de fibra óptica austral (FOA) se justifica la participación del Estado.

En zonas con mayor disposición a pagar, pero no exentas de familias que no pueden acceder, el subsidio a la demanda de manera spot es una buena solución.

Tiene sentido compartir la infraestructura si esta es público – privada. El Estado no debería ser un operador de telecomunicaciones, si ser un fondo o inversionista que invierta donde no es rentable para los privados o haya situaciones de soberanía, como lo es el caso del FOA

No se debe tener la idea de que las calidades / velocidades deben ser las mismas, pues el uso y necesidades de los usuarios no son iguales. Se requiere

simplificar el trámite de los permisos para facilitar y agilizar el despliegue de infraestructura

Respecto del despliegue de una red Troncal, bajo el modelo de APP, claro considera que es una idea interesante, y hay apertura a analizarla y evaluar, pues resulta útil como respaldo frente a catástrofes naturales aumentando la disponibilidad. Asimismo hace sentido disponer de financiamiento del Estado por su objeto técnico (disponibilidad) y social (llegar a ciudades y localidades que no se llega con fibra troncal). También el momento es adecuado, ya que resulta compatible con a renovación de las redes

En relación con el despliegue de planta externa desarrollada en forma APP, esta tiene sentido en zonas sin disposición a pagar y también en lugares de alta disposición a pagar, pero que es muy oneroso duplicar y/o triplicar redes o el payback es muy alto.

En cuanto al aporte de redes a una APP, se puede estudiar y evaluar conociendo los términos que se ofrecen

## 10.- Conclusiones y Recomendaciones

Los estudios desarrollados por Corfo a través del Programa de Industrias Inteligentes y Subtel, son vitales para planificar el Plan de Infraestructura Digital que nuestro país necesita en Banda Ancha Fija, específicamente en el despliegue de Fibra Óptica en todos los segmentos de la red, ya sea en Backbone, Backhaul y la Red de Accesos (incluyendo las acometidas FTTx y FTTH).

Existe un buen diagnóstico compartido del mercado y de la industria digital, basado en 4 factores:

- Chile ha sido líder en la región, a través de Inversión Privada: Chile cuenta con más de 13 millones de usuarios de Internet y más de 20 millones de dispositivos interconectados, es uno de los países con más acceso en Latinoamérica. En 2016, los usuarios de internet alcanzaron una tasa de 76 usuarios por cada 100 habitantes, posicionando a Chile como el país con mayor desarrollo latinoamericano.

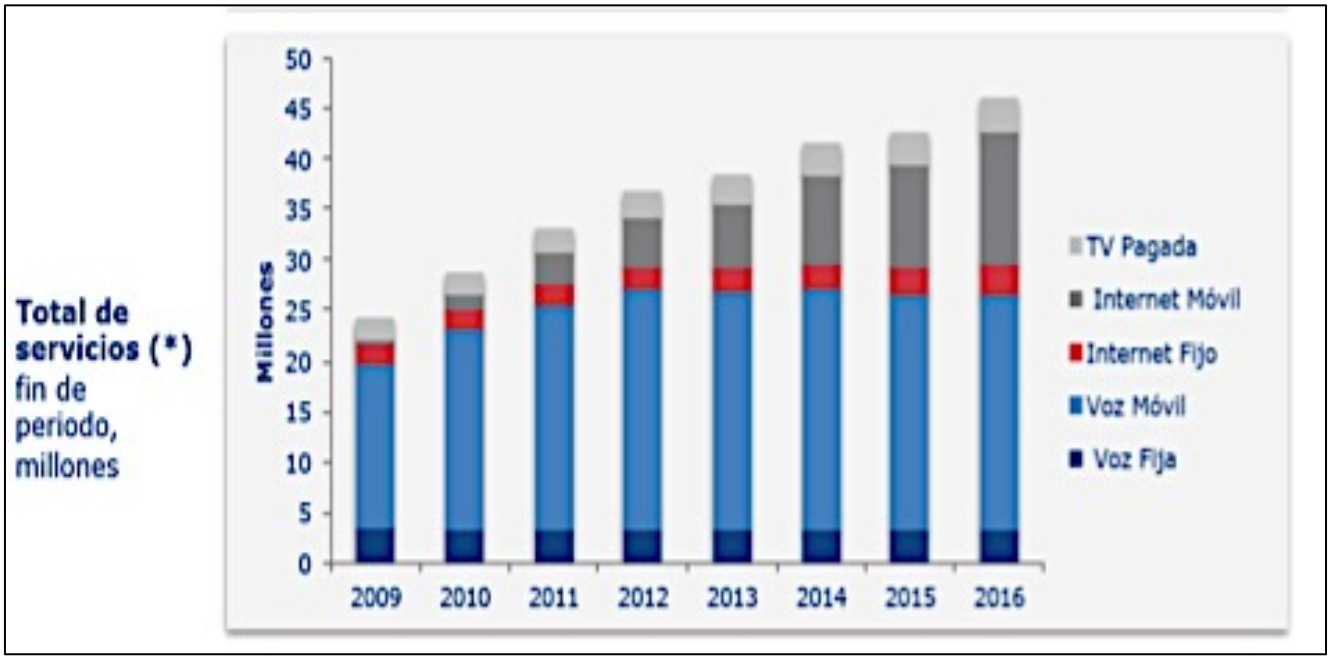
- Aumento sostenido en la Demanda: Chile actualmente trafica entre 2 y 2,5 Tbps en tráfico nacional e internacional, de los cuales un 43% corresponde a hogares. Se espera que en 20 años más el tráfico se multiplique por 32 veces (81 Tbps) con un alto crecimiento en distintos componentes de la demanda: Internet de las cosas, computación en la nuble, TV inmersiva y streaming, industrias inteligentes (agroindustria, minería, astronomía, pymes), ciudades inteligentes, etc.

- Déficit de Infraestructura en Fibra Óptica de Alta Velocidad, falta de Resiliencia y Capilaridad en la Red: La cobertura de fibra óptica en 2015 fue de un 3% en el hogar y 8% en empresas, la banda ancha móvil representa menos de un 10% del total de las descargas de datos, pese a que representa más del 80% de los accesos a Internet. Chile posee una velocidad de acceso fijo promedio a Internet de 5 Mbps, 5 veces por debajo de Corea o Japón. La tecnología dominante es par de cobre, híbrido y cable TV. Sin cobertura en el mercado de hogares de menores ingresos.

- Escasez de Recursos Públicos para subsidiar el despliegue de la Red: Subtel a definido las necesidades de inversión a través del Plan Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones (PNIT) basado en 3

Componentes: TNIT Red Troncal Nacional, Red Internacional (Fibra Transpacífico), y Capilaridad en Redes de Acceso (comunidades). Solo el TNIT requiere de recursos de al menos US$ 1.000 millones + FOA. El Presupuesto público muy ajustado para los próximos años presentará serias dificultades para acometer dichas inversiones.

Como se observa, del total de servicios de la industria de telecomunicaciones el móvil es el más utilizado, con una importante dinámica de mercado, observándose una baja penetración de internet fijo y una menor cobertura a través de fibra óptica.



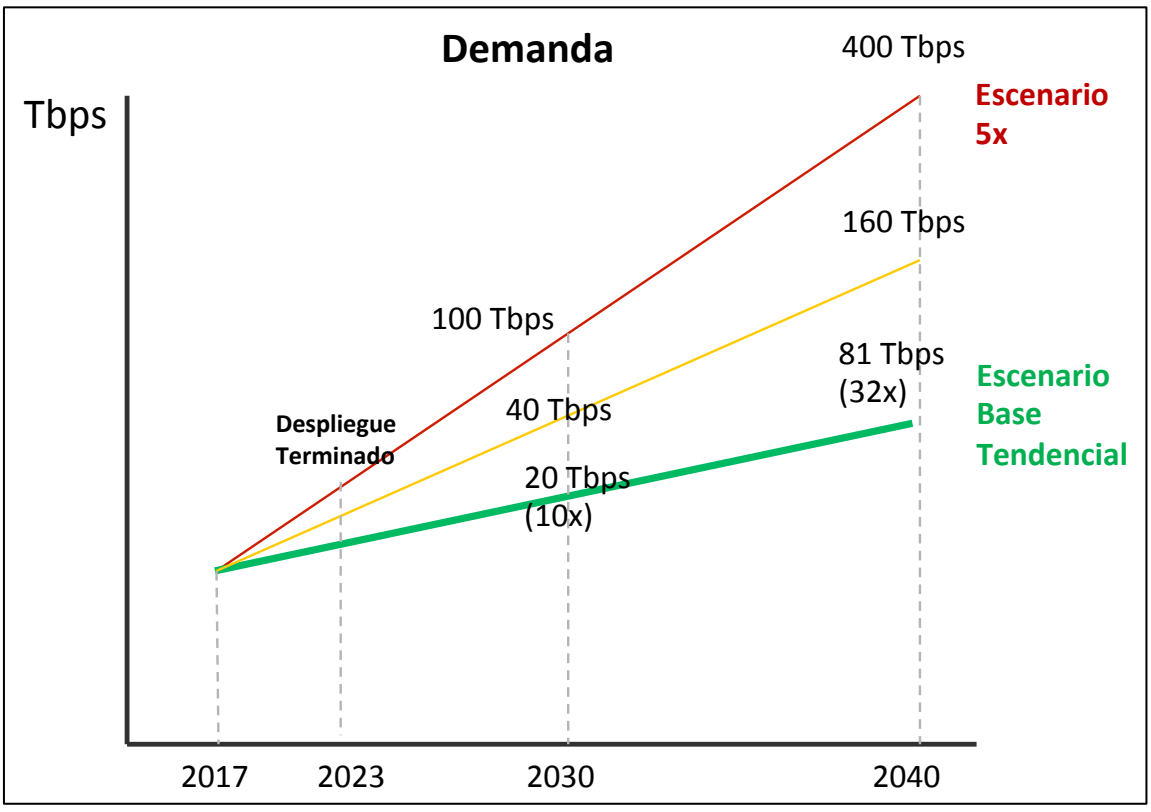
Cuadro: Internet fijo y móvil (3G+4G) (conexiones, penetración cada 100 habitantes)

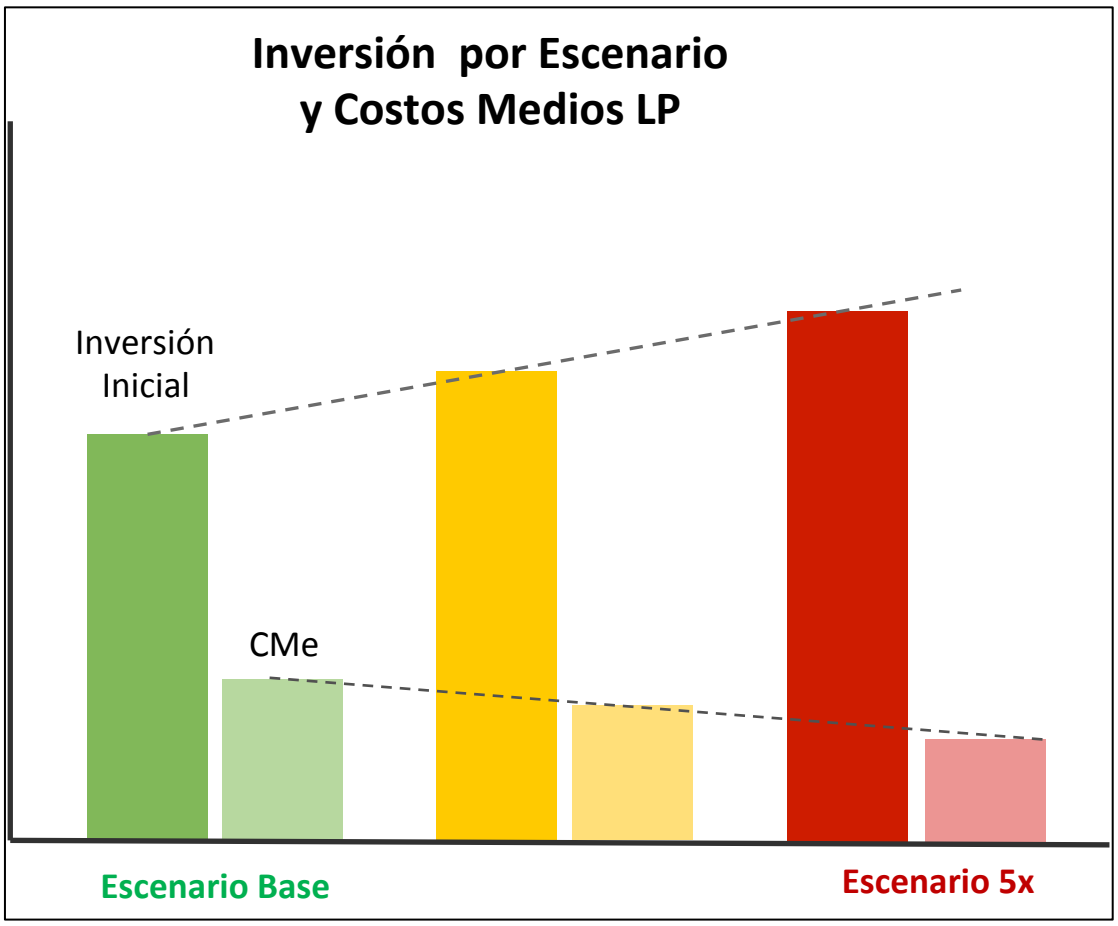
También es posible observar que la Demanda está exigiendo cada vez mayor velocidad en internet, servicio que crece significativamente en todas las tecnologias. El promedio anual de las velocidades según planes publicitados por la industria alcanzó a 7,7 Mbps, siendo la velocidad real de 5,9 Mbps (Estudio Akamai). Tras la introducción de la tecnología 4G se observa un crecimiento significativo de las velocidades publicitadas desde 10 Mbps. La velocidad comercial (publicitada) promedio por conexión fija en el año 2016 fue de 24,7 Mbps. La velocidad real en el año 2016 (según estudios de Akamai del mismo año) fue de 8,6 Mbps.

La proyección de crecimiento de la Demanda estará determinada fundamentalmente por la demanda en hogares, especialmente en video, la cual será un detonante de nuevos desarrollos más exigentes con la velocidad, capacidad y calidad de la red, como por ejemplo televisión inmersiva, streaming, videoconferencias, televisión interactiva, educación on-line. En este sentido de los estudios se desprende que la mayor inversión es de costo fijo, basada en el despliegue físico de la red, con su respectiva redundancia e integración de redes. Desde el punto de vista del ajuste de inversión por mayor crecimiento de la demanda, esta dependerá fundamentalmente de la inversión en electrónica, que es un porcentaje menor en el modelo de inversión. Por esta

razón hay fuertes indicios que la estructura de mercado de la infraestructura de fibra óptica nacional tiene costos subaditivos, es decir la integración y despliegue de redes complementarias tiene economías de escala y de ámbito que hacen razonable proveer el servicio a mínimo costos con una operador por zona, con una regulación desagregada de las redes.

Con los datos de inversión del TNIT, se puede observar que el Escenario de Demanda al 2030 es de 10 veces el actual (10x) y para 2040 32 veces el actual (32x) teniendo una baja significancia estadística por la magnitud del crecimiento (el error cuadrático medio crece exponencialmente). Por tanto cabría preguntarse que pasaría si la Demanda es subestimada y es el doble o 5 veces la estimada. Normalmente los modelos de infraestructura frente a un escenario muy diferente de demanda generan altas contingencias, riesgos y sobreinversiones debido al colapso del servicio, sin embargo en este caso con una inversión marginal en electrónica, es posible cubrir una banda significativamente mayor de demanda, con costos medios de largo plazo decrecientes, lo que induce a una caída de la tarifa del servicio (por Mb) en el tiempo.






Las inversiones principales de un modelo concesional de servicios intermedios, corresponden fundamentalmente a inversiones para otorgar resiliencia y Redundancia a la Red Troncal (Respaldo Redes), también a la modernización de las redes actuales de los operadores que tiene una antigüedad de 20 años. Para lo anterior se diseñó una red de respaldo, pero que opera comercialmente y adaptable para el TNIT de 24.142 Kms para todo el país, que incluye red aérea, soterrada y submarina (4.426 Km), con una inversión de US$ 1.053 millones. Considera 3 tendidos: dos troncales (backbone) 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. Se diseñó una menor vulnerabilidad en la red 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.

Se requiere completar la conectividad en el territorio nacional, a través de redes propias que sean parte de la TNIT: Fibra Óptica Austral (FOA), Fibra Isla de Pascua (Cable Transpacífico).

Se requiere Optimizar las redes actuales y futuras, para evitar redes superpuestas, duplicación de capacidad y aumentos de costos a los usuarios.

A las inversiones del TNIT, se deben agregar las inversiones para fibra óptica de ultima 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 como parte del Cable Transpacífico por US$ 150 millones; llegando a una inversión total base de US$3.039 millones.

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

Las inversiones son rentables privadamente en un plazo de concesión de 30 años, asumiendo equity del 25%, un costo de capital de UF+7,5%, un crecimiento estable en el tiempo y tarifas medias mayoristas como las actuales, quedando un margen de recursos para implementar mayor despliegue en ultima milla.

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 (< 5años). 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. Los riesgos tecnológicos a 30 años son fuertemente castigados en las tasas de financiamiento del mercado de capitales.

La disposición a pagar de los nuevos hogares que se deben atender, es de mucho menor cuantía que la demanda actual y por tanto tendrá un ciclo más largo de maduración.

A pesar que el core de negocios de los operadores consultados es muy diferente, todos coinciden en la importancia del despliegue de una red de fibra óptica para todo el país, tanto para los requerimientos directos de los usuarios, como los requerimientos indirectos de la red móvil, la conectividad con industrias inteligentes, smart cities e internet de las cosas. También hay coincidencia en la dificultad de las empresas en invertir en redundancia de la red o en zonas donde la maduración de las inversiones es muy larga y se requiere de colaboración del Estado para amortizar la inversión y distribuir los riesgos, con un instrumento como el Fondo de Infraestructura. El Fondo de Infraestructura debería apoyar financieramente, con garantías e inversiones el modelo de inversión de fibra óptica de alta velocidad.

El modelo de inversión sería un modelo desagregado, con incentivos a la integración de redes existentes de operadores y licitación de áreas concesionales de desarrollo, con un plan de inversión a 5 años y una concesión a 30 años. El modelo regulatorio APP más interesante sería del tipo RPI-X+Y, con planes básicos de servicio, donde la inversión en la red es realizada por el operador y el acceso domiciliario es de responsabilidad del prestador del servicio. En este modelo, la libertad de cambio del operador se obtiene al transferir la inversión de la red de acceso al nuevo operador elegido (por el cliente) a través de una fórmula que incorporar una depreciación acelerada de la inversión de la red a la casa, permitiendo que se genere la competencia en el servicio (en la cancha) y no competencia por inversión en infraestructura (por la cancha) eliminando de esta forma la duplicidad de redes.