

CONSULTTEC
INGENIERÍA ECONÓMICA

Anteproyectos Conectividad, Expansión de
Redes y Servicios para la II Región Antofagasta

INFORME FINAL

Fuenzalida y Acuña Ltda.
RUT 77.750.790-7

MAYO, 2007

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	CARACTERIZACIÓN DE LA II REGIÓN DE ANTOFAGASTA	6
2.1	CARACTERIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA POBLACIÓN EN LAS COMUNAS	6
2.2	ACTIVIDAD ECONÓMICA REGIONAL	14
2.2.1	<i>Producto Interno Bruto</i>	14
2.2.2	<i>Ocupación de la población</i>	15
2.2.3	<i>Polos Productivos</i>	16
2.3	INICIATIVAS RELACIONADAS AL ANTEPROYECTO.....	18
2.3.1	<i>Telecentros e Infocentros</i>	18
2.3.2	<i>Escuelas y Enlaces</i>	19
2.3.3	<i>Programa de Electrificación Rural</i>	20
2.3.4	<i>Programa Quiero mi Barrio</i>	21
2.4	CONSIDERACIONES DE GÉNERO	23
3	DEMANDA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	28
3.1	METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN DE DEMANDA POR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN LA REGIÓN.....	28
3.1.1	<i>Proyección de Telefonía Fija e Internet</i>	30
3.1.2	<i>Proyección de Requerimientos de Capacidad</i>	32
3.1.3	<i>Disposición a Pagar por Servicios de Telecomunicaciones</i>	33
3.2	MODELO DE PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	33
3.3	DETERMINACIÓN BALANCE OFERTA DEMANDA BANDA ANCHA	37
4	OFERTA ACTUAL DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.....	39
4.1	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	39
4.2	INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES EN LA II REGIÓN.....	39
4.2.1	<i>Red de Fibra Óptica Entel</i>	41
4.2.2	<i>Red de Microondas Entel</i>	42
4.2.3	<i>Red de Fibra Óptica Telmex</i>	48
4.2.4	<i>Red de Fibra Óptica CTC</i>	50
4.2.5	<i>Infraestructura Proyectos Subsidiados</i>	57
4.3	PROVEEDORES DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.....	58
4.3.1	<i>Telefonía Local</i>	58
4.3.2	<i>Telefonía Móvil</i>	58
4.3.3	<i>Larga Distancia</i>	61
4.3.4	<i>Internet</i>	61
4.3.5	<i>Televisión Abierta</i>	63

4.3.6	<i>Televisión Cerrada</i>	64
5	ELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA PROYECTOS DE CONECTIVIDAD	65
5.1	TECNOLOGÍAS - PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	65
5.1.1	<i>xDSL</i>	65
5.1.2	<i>Cable MODEM (HFC)</i>	66
5.1.3	<i>Telefonía Móvil Celular</i>	67
5.1.4	<i>Sistemas WLL</i>	67
5.1.5	<i>WiFi (802.11)</i>	68
5.1.6	<i>SkyPilot</i>	68
5.1.7	<i>Satélite</i>	70
5.1.8	<i>WiMax (IEEE 802.16)</i>	71
5.1.9	<i>PLC</i>	74
5.2	RESUMEN COMPARATIVO FRECUENCIAS UTILIZADAS Y TECNOLOGÍAS.....	75
6	DEFINICIÓN DE ANTEPROYECTOS TÉCNICOS	78
6.1	METODOLOGÍA IDENTIFICACIÓN ANTEPROYECTOS.....	78
6.2	ANTEPROYECTOS DE TRANSMISIÓN.....	78
6.3	ANTEPROYECTOS ACCESO Y DISTRIBUCIÓN.....	78
6.3.1	<i>Criterios para Determinación de Soluciones de Acceso</i>	79
6.3.2	<i>Criterios para Determinación de Soluciones para Servicio de Datos</i>	79
6.3.3	<i>Factor de Sobresuscripción</i>	80
6.3.4	<i>Resumen de los Anteproyectos</i>	81
6.3.5	<i>Detalle de los Anteproyectos</i>	83
6.3.6	<i>Costos Referenciales de las Tecnologías</i>	89
6.3.7	<i>Resumen de Inversiones de los Anteproyectos</i>	90
6.4	OTROS ANTEPROYECTOS	93
6.4.1	<i>Puntos de Acceso Gratuitos</i>	93
6.4.2	<i>Infocentros Comunitarios</i>	93
6.4.3	<i>Caso Localidades Fronterizas y Otras Consideraciones</i>	97
7	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS ANTEPROYECTOS.....	98
7.1	CRITERIOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS ANTEPROYECTOS.....	98
7.1.1	<i>Anteproyectos de Conectividad con Servicio de Datos</i>	98
7.1.2	<i>Anteproyectos de Conectividad con Servicio de Voz y Datos</i>	99
7.1.3	<i>Resumen de Indicadores de Anteproyectos de Conectividad</i>	100
7.1.4	<i>Priorización de los Anteproyectos de Conectividad</i>	103
8	ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO	104
8.1	FINANCIAMIENTO PÚBLICO	104
8.1.1	<i>Gobierno Central</i>	104
8.1.2	<i>Gobiernos Regionales</i>	105

8.1.3	<i>Municipios</i>	105
8.2	FINANCIAMIENTO PRIVADO.....	105
8.2.1	<i>Empresas Privadas en el ámbito de la Responsabilidad Social Empresarial</i>	106
8.2.2	<i>Empresas de Telecomunicaciones</i>	106
8.2.3	<i>Emprendedores</i>	106
8.3	FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL.....	106
8.4	FINANCIAMIENTO MIXTO.....	107
9	CONCLUSIONES	108
10	ANEXOS	112

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el Informe Final, del estudio Anteproyectos Conectividad, Expansión de Redes y Servicios para la II Región que Consultec Ingeniería Económica Ltda., en adelante el consultor, desarrolló para la Subsecretaría de Telecomunicaciones, en adelante Subtel.

En este informe, en su segundo capítulo, se abordan, principalmente, la caracterización de la II Región de Antofagasta en cuanto a la distribución territorial de la población desde un enfoque comunal, la distribución territorial de las principales actividades económicas e institucionales al interior de la región, el análisis a nivel comunal, se incluyó en el Anexo, de la utilización actual por parte de la población, de las diversas instituciones y de las empresas en general, de las tecnologías de la información en su ámbito de desarrollo y de los usos a través del catastro de los principales sitios Web de la región. También se incorpora en este análisis de caracterización comunal la penetración por servicios básicos de agua potable y energía eléctrica del Censo 2002, y la caracterización socioeconómica por comuna a nivel de segmentos, ingresos y pobreza. Finalmente, se incluye una descripción del estado de la tecnología a nivel municipal, así como la caracterización productiva de la comuna a través del número de empresas en actividad por tamaño y su nivel de ventas.

En el tercer capítulo se desarrolla la estimación de la demanda actual de los servicios de telecomunicaciones en la región y se aborda la metodología utilizada para realizar la proyección de demanda a nivel de conectividad para los próximos 5 años, la cual constituye la base para la construcción del modelo de proyección de demanda que se utilizará en el presente estudio.

En el cuarto capítulo se presenta la disponibilidad actual de redes de transmisión y oferta de servicios del sector de telecomunicaciones en la región, basada en la recopilación de información correspondiente a los avances que se han producido en esta materia los últimos años, lo que se constituye en un punto de partida para la generación de proyectos de conectividad.

En el quinto capítulo presenta un análisis y descripción de las tecnologías de conectividad tanto alámbricas como inalámbricas disponibles actualmente en el mercado y sus costos respectivos.

En el capítulo seis se muestran los anteproyectos en cuestión, en el siete su evaluación económica, en el ocho esquemas de financiamiento y en el nueve se presentan las conclusiones del presente informe de anteproyectos de conectividad.

2 CARACTERIZACIÓN DE LA II REGIÓN DE ANTOFAGASTA

La región de Antofagasta posee una población de 493.984 habitantes, de los cuales el 94 % se encuentra en sectores urbanos y el 6% restante en sectores rurales. La superficie total de la región alcanza a los 126.049 km², alcanzando una densidad poblacional de 3,92 hab. por km², y por otra parte, cuenta con 126.882 viviendas y 124.107 hogares, con una densidad habitacional promedio de 3,89 hab. por vivienda. La información básica utilizada para caracterizar la región como población, Hogares, superficie han sido tomadas del Censo de Población y Vivienda 2002, del INE.

CUADRO N° 2.2.1.1 Principales Características Regionales - Censo 2002

DATOS	Antofagasta
Población (hab.)	493.984
Viviendas (viv.)	126.882
Hogares (N°)	124.107
Superficie (km ²)	126.049

En el Censo 2002, se incluyeron además preguntas orientadas a conocer la conectividad en los hogares del país, como la existencia de servicios de telefonía fija, telefonía móvil, computadores personales e Internet. La información disponible para la región se muestra a continuación:

CUADRO N° 2.2.1.2 Características de Conectividad en Hogares Regional - Censo 2002

DATOS	Antofagasta	%
Teléfono Fijo	68.519	55,2%
Teléfono Móvil	75.674	61,0%
PC	34.901	28,1%
Internet	15.240	12,3%
Total Hogares	124.107	100,0%

2.1 Caracterización y Distribución Territorial de la Población en las Comunas

En esta sección se presenta una breve descripción de las comunas en cuanto a las características físicas y de la distribución de la población y actividades económicas presentes en ellas. Se ha utilizado como base la información del Censo de Población y Vivienda 2002,

proporcionada por Subtel, y la publicada por el INE a nivel de localidad y entidad poblada, la cual se ha complementado con una descripción basada en el conocimiento del Consultor respecto de los lugares descritos apoyado en fuentes de información diversas, de modo de completar una perspectiva adecuada a los objetivos del presente proyecto.

Desde un punto de vista geográfico la región se puede dividir en cinco zonas claramente diferenciadas: el borde costero, la cordillera de la costa, la planicie central, la cordillera de Domeyko y el Altiplano.

El borde costero o planicie costera alberga a las principales ciudades de la región y algunas caletas pesqueras, entre las que se destacan las ciudades de Tocopilla, Mejillones, Antofagasta y Taltal. La cordillera de la costa en esta región registra las mayores alturas del país, como son los cerros Paranal, Vicuña Mackenna y Amazonas, que sobrepasan los 2.000 msnm. La planicie central, está representada en su mayor parte por el Desierto de Atacama, diversos salares y la continuación de la pampa desde la I región. Al este de la depresión intermedia nace un nuevo accidente geográfico conocido como la cordillera de Domeyko. Por último, se encuentra el sector altiplánico y cordillera de los Andes, que alcanza sus mayores alturas que sobrepasan los 6.700 msnm. En esta zona existen numerosos volcanes, muchos de ellos en actividad, donde se destacan, de norte a sur, el volcán Ollagüe (5.865 msnm), el Linzor (5.555 msnm) y el Licancabur (5.916 msnm) y el Llullaillaco (6.739 msnm), entre otros.

La distribución política administrativa de la II Región de Antofagasta esta constituida por 3 provincias y 9 comunas, de acuerdo a lo siguiente:

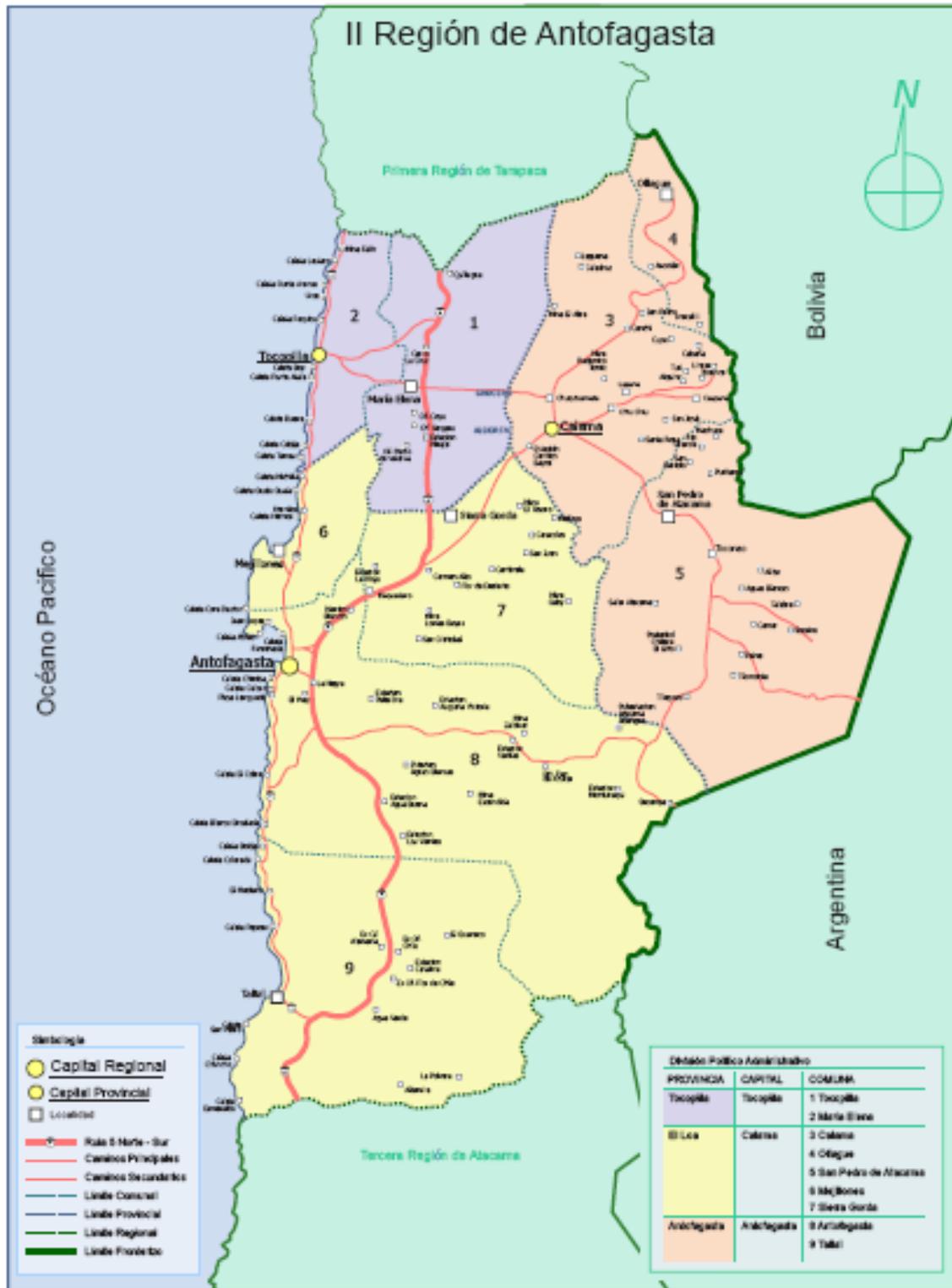
Cuadro 2.1-1
Distribución Política Administrativa de la II Región de Antofagasta

Provincia	Capital	Comuna
Tocopilla	Tocopilla	Tocopilla
		María Elena
El Loa	Calama	Calama
		Ollagüe
		San Pedro de Atacama
Antofagasta	Antofagasta	Mejillones
		Sierra Gorda
		Antofagasta
		Taltal

Fuente: INE



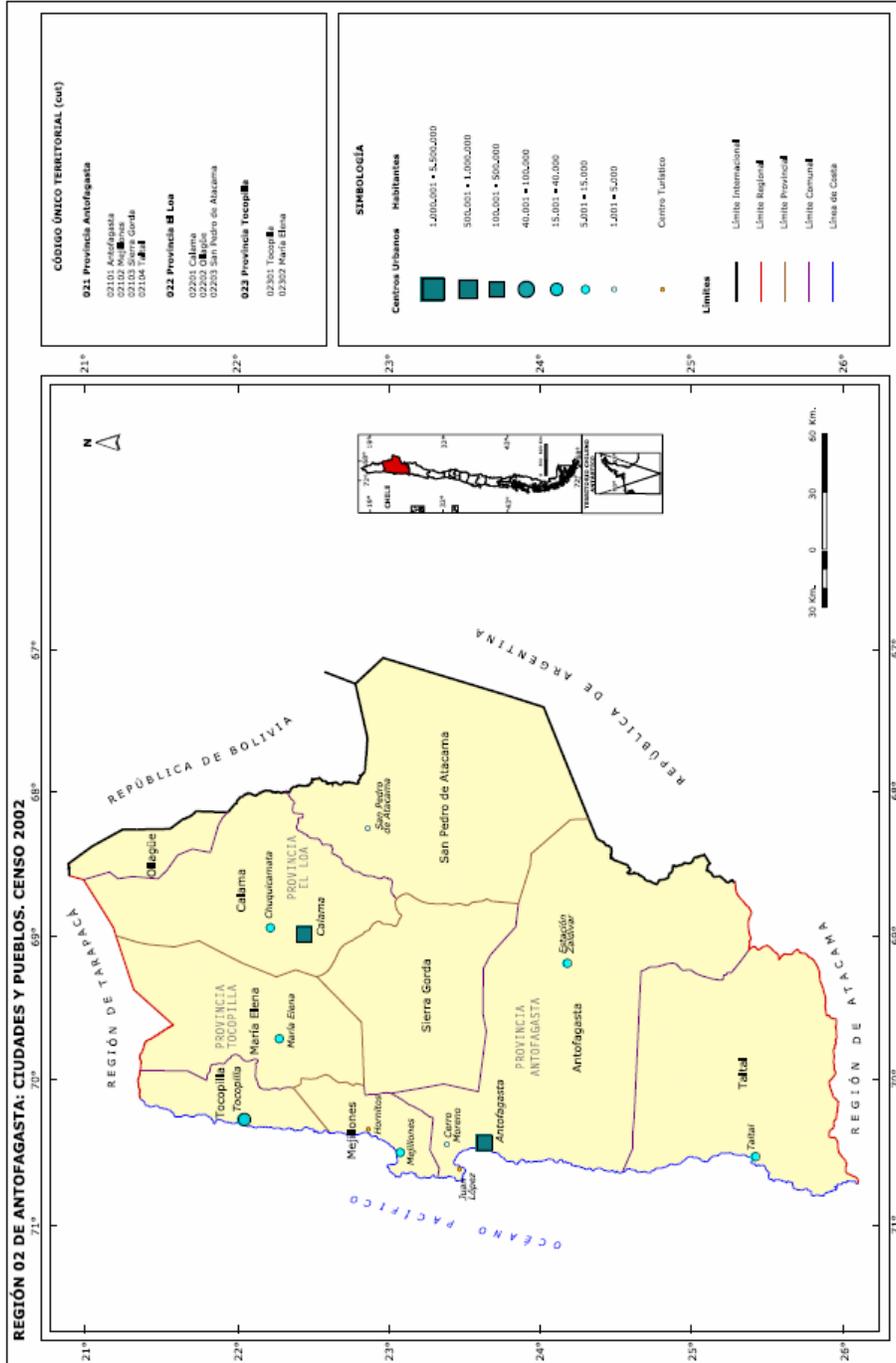
En el mapa a continuación es posible apreciar la situación política administrativa de la región, sus vías de acceso y localización geográfica de sus centros poblados y principales hitos.





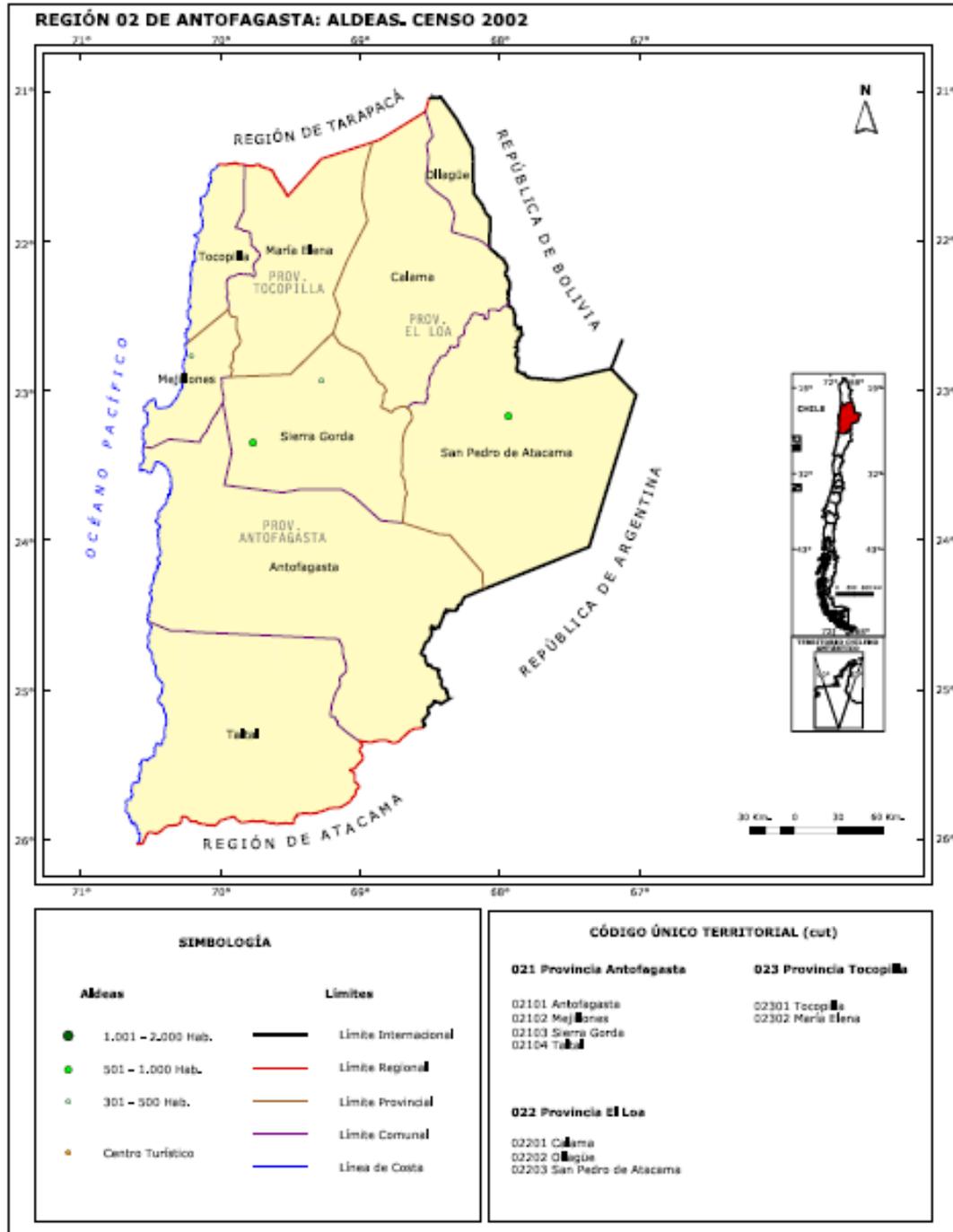
Las imágenes siguientes dan el panorama de la distribución de la población dentro de la región. La primera para Ciudades y Pueblos, la segunda para Aldeas y la tercera para Caseríos. Esta clasificación corresponde a la que realiza el INE en base a los datos del Censo 2002.

Imagen 2.1-1 Distribución de la Población en Ciudades y Pueblos



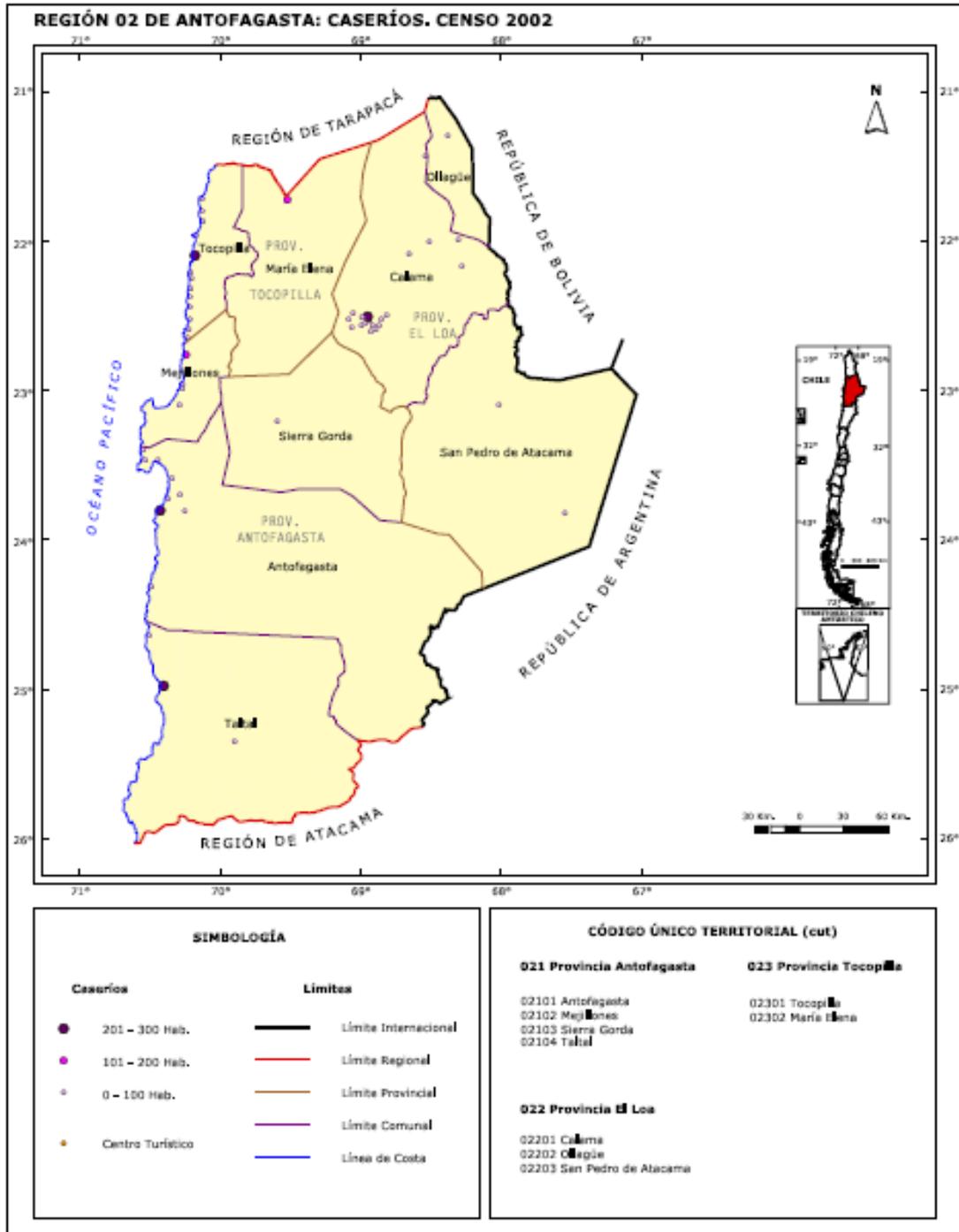
Fuente: Publicación INE, Ciudades Pueblos, Aldeas y Caseríos 2005

Imagen 2.1-2 Distribución de la Población en Aldeas



Fuente: Publicación INE, Ciudades Pueblos, Aldeas y Caseríos 2005

Imagen 2.1-3 Distribución de la Población en Caseríos



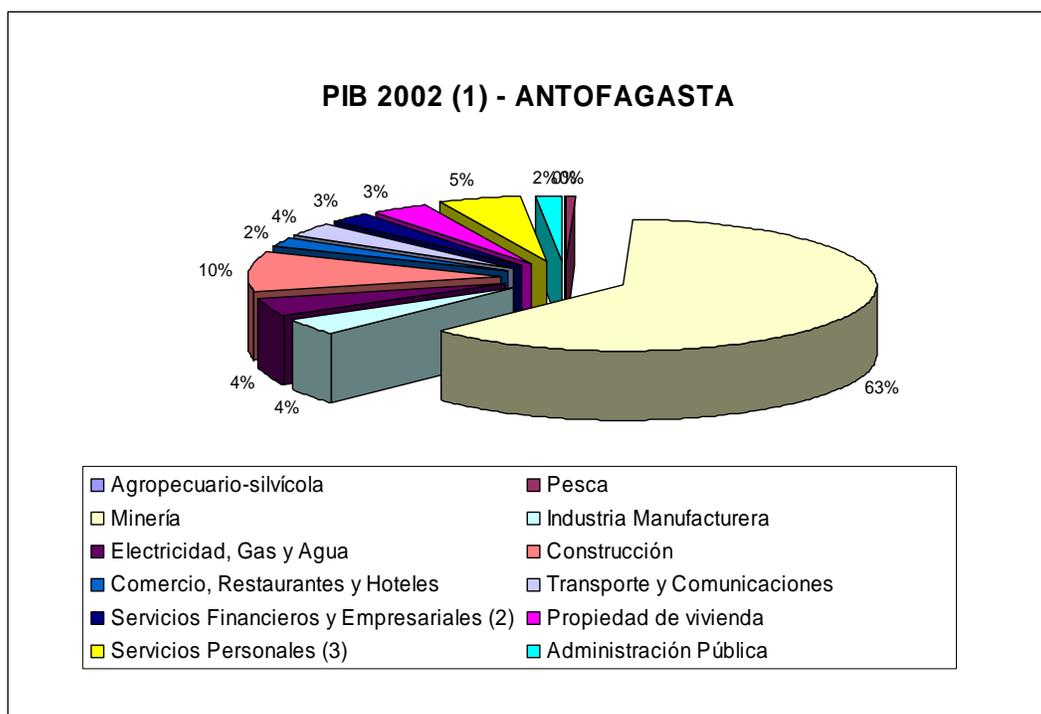
Fuente: Publicación INE, Ciudades Pueblos, Aldeas y Caseríos 2005

2.2 Actividad Económica Regional

2.2.1 Producto Interno Bruto

La actividad económica principal de la región es la minería, esta aporta más del 60% del PIB en minería nacional y más de 50% del PIB regional. La producción minera comprende principalmente el cobre y molibdeno, así como como los nitratos, litio y carbonato de calcio. Esta industria además genera una gran demanda para la industria metalmecánica, transportes, comunicaciones, servicios portuarios y personales. La región produce el 16,5% de la energía eléctrica del país, la cual es consumida principalmente por la minería.

Ilustración 2.2-1
Producto Interno Bruto Región de Antofagasta

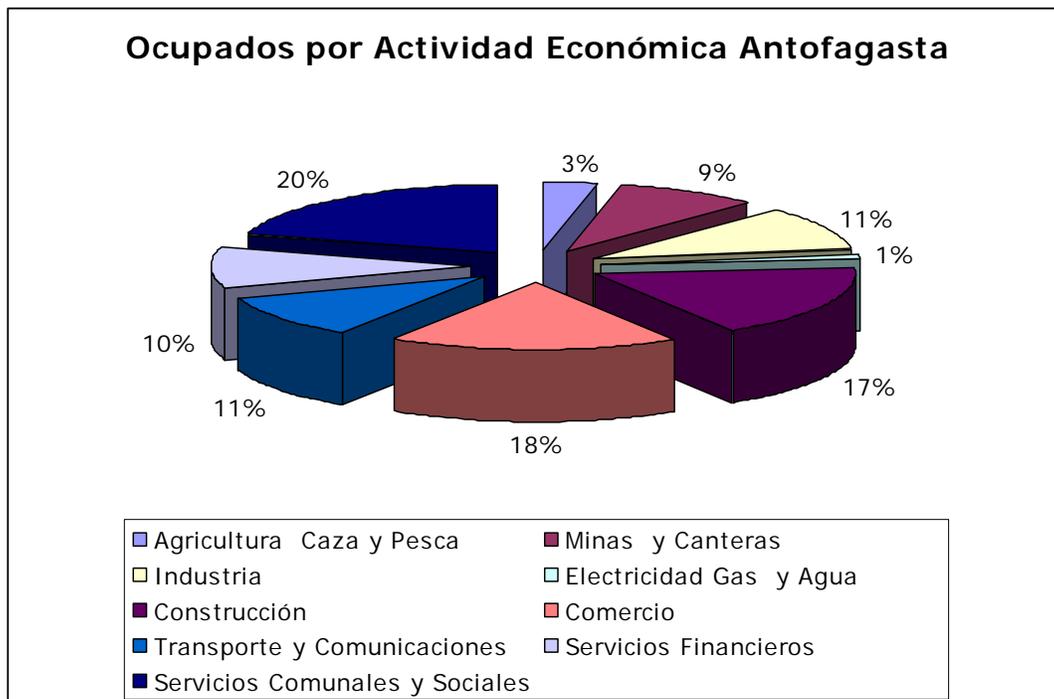


Fuente: Banco Central, (1) con valores provisorios al 2002 y no se han restado las imputaciones bancarias.

2.2.2 Ocupación de la Población

En el cuadro siguiente se observan las principales actividades económicas y sus niveles de ocupación en mano de obra. Destacan para la región los servicios comunales, sociales y personales, y el comercio, ocupando la minería el cuarto lugar en nivel de ocupación regional.

Ilustración 2.2-2
Nivel de Ocupación Por Actividad Económica



Fuente: INE, datos para junio-agosto 2006

2.2.3 Polos Productivos

En la segunda Región de Antofagasta, el sector de la gran minería, especialmente la vinculada a la extracción y elaboración de cobre, representa la actividad económica principal no sólo de la región sino del país, constituyéndose en un rubro esencial para la economía nacional.

Otro aspecto destacable de la región se refiere a la actividad costera vinculada a la extracción de recursos del mar por medio de los pescadores artesanales y los buzos mariscadores organizados en decenas de caletas pesqueras extendidas en la totalidad de la costa de la región. Este aspecto, al igual que el atractivo turístico emergente de la costa, representa un elemento destacable en el futuro desarrollo económico de la región y foco de actividad laboral permanente para sus habitantes.

En la II región de Antofagasta, el sector pesquero artesanal es uno de los sectores económicos que aporta en forma significativa al desarrollo regional, por cuanto contribuye a la economía local y al abastecimiento de productos pesqueros para el consumo en fresco.

En la región la pesca artesanal se ejerce a lo largo de toda la costa, alrededor de 500 km., concentrándose la actividad en 17 caletas, de las cuales el 70% califican como caletas de zonas rurales.

El sector artesanal de la II región, esta representado por 2.632 pescadores y 638 embarcaciones inscritas en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) del Sernapesca. Sus desembarques representan cerca del 25% de la pesca a nivel regional.

Una de las situaciones que marca su situación actual está muy relacionada con los precarios niveles tecnológicos en los que se desenvuelve la actividad.

Directamente relacionada con la producción de los recursos, la situación de la infraestructura y equipamiento de apoyo para la pesca artesanal se visualiza deficitaria por la baja incorporación de tecnología y búsqueda de nuevas alternativas de desarrollo, lo cual en la actualidad opera con sistemas tradicionales obsoletos del punto de vista tecnológicos, sumado a la falta de gestión de administración de la infraestructura por parte de las organizaciones.

Cuadro 2.2-1
Caletas de Pescadores II Región

Comuna	Caleta	Característica	Condición
Tocopilla	Huachán	Rural	Temporal
	Punta Arenas	Rural	Permanente
	Urcu	Rural	Permanente
	Paquica	Rural	Permanente
	Tocopilla	Urbana	Permanente
	Punta Atala	Rural	Permanente
	Cta. Indígena	Rural	Permanente
	Caleta Buena	Rural	Permanente
	Cobija	Rural	Permanente
	Tames (El Fierro)	Rural	Temporal
Mejillones	Michilla	Rural	Permanente
	Hornitos	Rural	Permanente
	Mejillones	Urbana	Permanente
Antofagasta	Constitución (I. Sta María)	Rural	Permanente
	Abtao (Juan López)	Rural	Permanente
	La Chimba	Urbana	Permanente
	Antofagasta	Urbana	Permanente
	Coloso	Urbana	Permanente
	El Blanco	Rural	Temporal
	El Cobre	Rural	Temporal
Taltal	Paposo	Rural	Permanente
	Taltal	Urbana	Permanente
	Cifuncho	Rural	Permanente

La actividad turística en la región cuenta con atractivos de nivel internacional, como los atractivos naturales y culturales que se encuentran en el sector altiplánico especialmente en la localidad de San Pedro de Atacama y sus alrededores. Esta localidad, cuya población es de origen principalmente atacameño, que se han constituido en atractivos sitios turísticos por su arqueología, cultura, paisajes particulares e hitos religiosos. Esta situación histórica y la propia economía agrícola-ganadera de subsistencia de los habitantes originarios han favorecido el resurgimiento de localidades andinas con potenciales de desarrollo interesantes de destacar.

El desarrollo de estos sectores contribuye a disminuir la brecha social y mejorar la competitividad dentro de la región.

En términos netamente productivos existen cerca de 24.000 empresas constituidas en la región, con un 86,3% correspondiente a Microempresas, 12% a pequeñas y 1,3% a medianas empresas. Sólo un 0,4% corresponden a grandes empresas productivas. Los sectores destacados corresponden al: Minero, Transporte, Comercio, Construcción y Servicios.

2.3 Iniciativas Relacionadas a los Anteproyectos

Las iniciativas públicas identificadas son:

2.3.1 Telecentros e Infocentros¹

Ambas son iniciativas a cargo de la Coordinación Nacional de Infocentros, la cual gestiona todos los centros de acceso comunitarios (Telecentros, Infocentros, Bibliotecas Públicas, Fosis, Sercotec e Injuv). Los infocentros están articulados bajo la Coordinadora Nacional de Infocentros (CONI), entidad que se encarga de mantener en contacto a las redes que operan Telecentros. La función de la CONI es colaborar para el trabajo en red de los administradores de los telecentros.

Los **Telecentros** comunitarios, son centros abiertos a la comunidad que poseen computadores conectados a Internet, a través de los cuales se puede acceder a información comunal, regional, nacional e internacional. Poseen además impresoras, fax y scanner. Están orientados a transformarse en una plataforma social de interacción de la comunidad.

Los **Infocentros**, a diferencia de los telecentros, no cuentan con subsidio del FDT² para operar y responden a iniciativas tanto públicas como privadas. Son centros locales de conectividad desde donde se puede acceder a servicios de información, de comunicación, de educación y capacitación tanto presencial como a distancia. Están ubicados, principalmente, en zonas rurales o aisladas geográficamente y se han transformado en una alternativa para quienes no cuentan con línea telefónica o computador, ofreciéndoles estos de una forma más económica y efectiva.

Para efectos del presente estudio, tanto los infocentros como los telecentros prestan la misma función.

¹ Información SUBTEL

² FDT: Fondo Desarrollo de las Telecomunicaciones.

A nivel regional Antofagasta tiene 27 infocentros. Los que están repartidos a nivel de comuna como se ve en la tabla a continuación:

CUADRO Nº 2.3.1.1:
Cantidad de infocentros Comunas región Antofagasta

Comuna	Total
Antofagasta	5
Calama	4
Maria Elena	2
Mejillones	2
Ollagüe	2
San Pedro de Atacama	2
Sierra Gorda	3
Taltal	2
Tocopilla	5
Total	27

Fuente: Subtel

La ubicación dentro de la comuna de los infocentros, se muestra en el detalle de cada comuna.

2.3.2 Escuelas y Enlaces

Las escuelas son un componente importante al considerar los posibles proyectos de conectividad. Esto dado que MINEDUC, mediante su proyecto Enlaces, incorpora a las escuelas a una red nacional interconectada.

A nivel regional la cobertura de la red Enlaces es del 96,1%. Solo 15 de las escuelas cubiertas corresponden a zonas rurales.

CUADRO Nº 2.3.2.1
Número de Establecimientos incorporados a Red Enlaces – Región de Antofagasta

Tipo Establecimiento	Cantidad
Escuelas Urbanas	97
Escuelas Rurales	15
Liceos	45
Total Establecimientos 2005	157

Fuente: Web Enlaces, datos Estadísticas a diciembre (2005)

La distribución de las escuelas en la red a nivel de las comunas de la región se presenta en cuadro siguiente:

CUADRO Nº 2.3.2.2
Cantidad de Establecimientos Enlaces – Comunas de Antofagasta

Comuna	Total
Antofagasta	75
Calama	51
Maria Elena	3
Mejillones	4
Ollague	1
San Pedro de Atacama	9
Sierra Gorda	2
Taltal	7
Tocopilla	11
Total	163

Fuente: MINEDUC

Esta desagregación a nivel comunal de escuelas es un referente de cobertura actual de conectividad comunal al igual que los telecentros e infocentros. Sin embargo, con la información disponible no es posible identificar la ubicación de las escuelas a nivel de localidad.

Cabe mencionar además, que algunas escuelas de esta red están abiertas a la comunidad y operan como infocentros.

2.3.3 Programa de Electrificación Rural

Este programa coordinado por la Comisión Nacional de Energía (CNE) tiene por objetivo dar solución a las carencias de electricidad en el medio rural, disminuyendo las migraciones hacia zonas urbanas, fomentando el desarrollo productivo, y garantizado un flujo estable de inversiones públicas para tales efectos.

El aporte público proviene, fundamentalmente, de dos fondos:

- El Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR, que es la fuente de financiamiento de las regiones para materializar diversos proyectos sectoriales de inversión social. Por

tanto, el monto que cada región asigna a electrificación rural depende de la prioridad que el Gobierno Regional y su Consejo Regional le asignen anualmente al tema.

- Una provisión reservada especial destinada exclusivamente al financiamiento de proyectos de electrificación rural (FNDR-ER). La asignación de esta provisión a las distintas regiones la realiza la CNE, de acuerdo a criterios fijados anualmente en la Ley de Presupuestos que incentivan los esfuerzos regionales en electrificación rural.

Se considera básico contar primero con esta cobertura de electrificación a nivel de localidad, rurales incluidas, al elegir los proyectos de conectividad para la región, sin embargo la información disponible no permite esta aproximación local.

Las metas de coberturas del programa propuestas a nivel nacional son de 90%, las cuales para la región de Antofagasta se cumplieron, pues se cuenta con un 99% de cobertura de electrificación rural³.

2.3.4 Programa Quiero mi Barrio

En el marco del programa "Quiero Mi Barrio", anunciado por la Presidenta Michelle Bachelet y que lidera el MINVU, la Subtel instalará plazas digitales en 200 barrios populares de Chile.

La propuesta será aplicada a partir del 2007 y considera el acceso masivo a Internet y a las Tecnologías de las Informaciones y Comunicaciones, TICS, con una proyección de cobertura total hacia el año 2010.⁴

El FDT destinará un total de M\$ 494.600 para subsidiar parte del Programa 200 Barrios, Un Barrio para la Sociedad de la Información, donde el objetivo será dotar de centros de acceso comunitario a Internet a todas aquellas zonas seleccionadas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)

³ Fuente: CNE

⁴ Citado desde Noticia Subtel,

Subsecretario de Telecomunicaciones en la I región de Tarapacá

"VAMOS A INTERVENIR DIGITALMENTE 200 BARRIOS POPULARES DE CHILE PARA FACILITAR LA CONECTIVIDAD DE LOS MÁS POBRES"

Los barrios beneficiados con este programa en la región son: 10 barrios, en las comunas de Antofagasta y Calama. Como se observa en cuadro resumen a continuación.

CUADRO N° 2.3.4.1

Barrios seleccionados programa Quiero mi barro – Región de Antofagasta

N°	COMUNA	BARRIO	N° viv	Población
1	Antofagasta	Villa Progreso Esperanza	720	3.600
2	Antofagasta	Jorge Alessandri	225	1.125
3	Calama	Independencia Norte	418	2.090
4	Calama	Nueva Alemania	695	3.475
5	Antofagasta	Balmaceda	380	1.900
6	Antofagasta	Corvallis	306	2.530
7	Antofagasta	Miramar	392	1.960
8	Antofagasta	Teniente Merino	187	935
9	Calama	René Schneider	907	4.535
10	Calama	Gustavo Le Paige/23 Marzo	377	1.885
	Total		4.607	24.035

Fuente: MINVU

2.4 Consideraciones de Género

Aún cuando a nivel regional, no se aprecian grandes diferencias en la distribución de género con respecto a la media nacional, si es posible identificar grandes diferencias en las comunas menores.

De los antecedentes recogidos en el terreno, no se apreciaron datos ni elementos de juicio que hicieran suponer una distribución desigual de la demanda por servicios de telecomunicaciones entre ambos géneros.

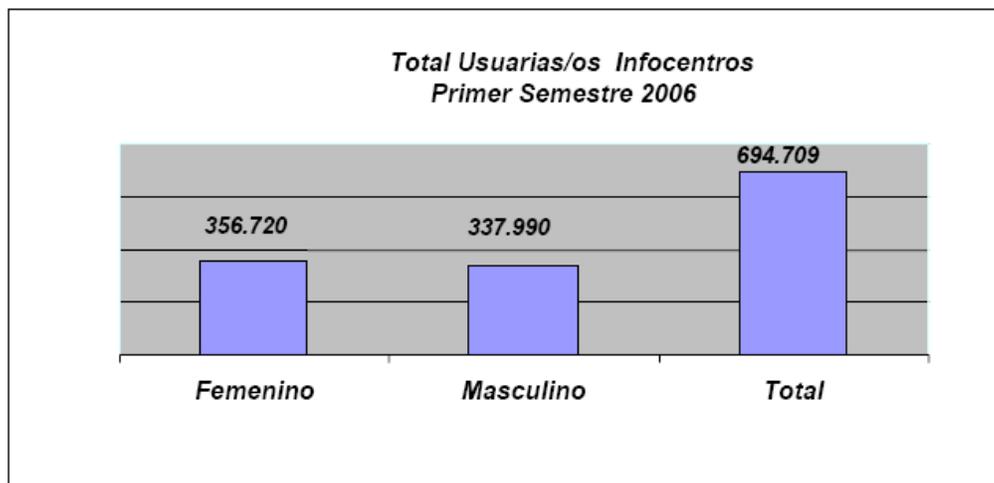
Cuadro 2.4-6
Distribución de la Población por Género en la II Región

Comuna	Población Total	Hombres	Mujeres	% H	% M
Antofagasta	296.905	153.220	143.685	51,6%	48,4%
Calama	138.402	70.832	67.570	51,2%	48,8%
María Elena	7.530	4.298	3.232	57,1%	42,9%
Mejillones	8.418	4.654	3.764	55,3%	44,7%
Ollagüe	318	210	108	66,0%	34,0%
San Pedro de Atacama	4.969	2.928	2.041	58,9%	41,1%
Sierra Gorda	2.356	1.791	565	76,0%	24,0%
Taltal	11.100	6.182	4.918	55,7%	44,3%
Tocopilla	23.986	12.050	11.936	50,2%	49,8%
Región de Antofagasta	493.984	256.165	237.819	51,9%	48,1%

De acuerdo a lo que se observa, la población de la región sigue una distribución en donde existe una leve diferencia entre los géneros masculino y femenino, a favor de los hombres. Esta diferencia se acentúa en las comunas de Ollagüe y Sierra Gorda.

Para abordar este aspecto se utiliza información proporcionado por la Coordinación Nacional de Infocentros. Por ejemplo, del total de usuarios de infocentros, el grupo femenino tuvo un uso de 51,3%.

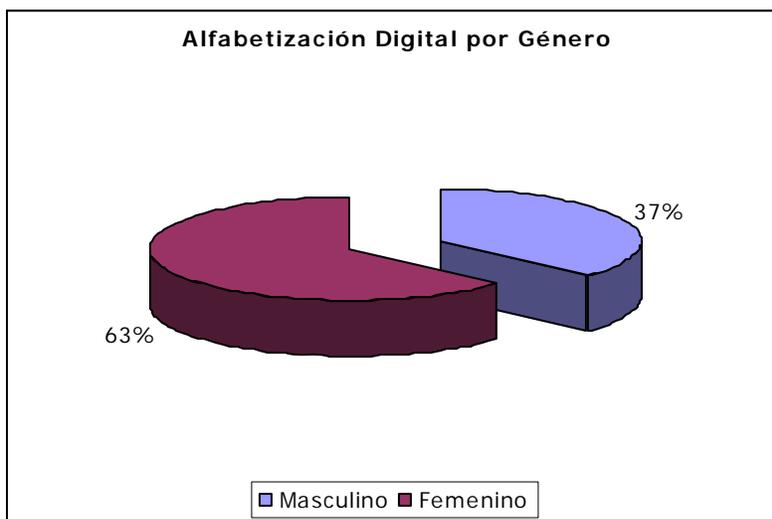
Cuadro 2.4-1
Usuarios infocentros por Género



FUENTE: Coordinación Nacional de Infocentros, SUBTEL

Si se observa la diferencia de género en la alfabetización digital se observa que el 63% de los alfabetizados corresponden a mujeres.

Cuadro 2.4-1
Alfabetización Digital por Género a nivel nacional



Fuente: Alfabetización Digital, al primer semestre 2006 (31 de Mayo)

Pese a esto se observa que las mujeres no regresan al Infocentro tras la formación.

Las sugerencias en este aspecto son a desarrollar contenido orientados a las mujeres, a tener administradoras mujeres en infocentros, esto para favorecer el regreso tras la formación.

Ahora si se busca alguna variable de género, que pueda condicionar la penetración de servicios de Internet en las comunas. Una variable candidato sería el número de mujeres jefas de hogar.

Sin embargo en estudios anteriores, se observó que estas dos variables no tienen relación funcional entre si.

En estudios de demanda anteriores, realizados para anteproyectos de conectividad y expansión de redes y servicios, en cada uno del proyectos regionales, no se encontró que el factor género sea un factor determinante en la demanda y en general se concluyó que el acceso a las tecnologías de banda ancha no dependen del género directamente, siendo el efecto ingreso el de mayor incidencia.

Ahora bien, bajo el supuesto que la demanda depende del ingreso, si se observa el ingreso femenino promedio, este es más bajo que el masculino, lo cual para una misma tarifa por servicios, significaría menor penetración de servicios en hogares con jefe de hogar femenino.

Para este análisis se incorporan datos de la encuesta CASEN 2003, que reflejan la realidad regional.

Cuadro 2.4-2
Ingreso Monetario por Género para la región

Región	Sexo	Ingreso Monetario ⁵
II	Mujer	\$ 497.634
	Hombre	\$ 605.598
	Total	\$ 577.773
Total Nacional	Mujer	\$ 381.894
	Hombre	\$ 596.164
	Total	\$ 540.575

Fuente: Encuesta Casen 2003, en pesos de Noviembre mismo año

⁵ Ingreso Monetario es la suma del ingreso autónomo y los subsidios monetarios.

Cuadro 2.4-3
Distribución de los Hogares por Sexo del Jefe de Hogar para la región

Región	Sexo	% Hogares con Jefe de Hogar
II	Mujer	25,8%
	Hombre	74,2%
	Total	100,0%
Total Nacional	Mujer	25,9%
	Hombre	74,1%
	Total	100,0%

Fuente: Encuesta Casen 2003

Si bien los hombres representan un casi un 75% de los jefes de hogar, esta situación ha ido en disminución. A continuación se muestra la condición de actividad por sexo, de la población de 15 años o más, donde el 37% de las mujeres son ocupadas a nivel nacional.

Cuadro 2.4-4
Población de 15 años y más, según región, condición de actividad y sexo

Región	Condición de Actividad	Sexo	Población de 15 años y más	%
II	Ocupados	Hombre	125.809	66%
		Mujer	64.753	34%
		Total	190.562	100%
	Desocupados	Hombre	8.988	51%
		Mujer	8.706	49%
		Total	17.694	100%
	Inactivos	Hombre	45.009	29%
		Mujer	112.737	71%
		Total	157.746	100%
	Total	Hombre	179.806	49%
		Mujer	186.196	51%
		Total	366.002	100%
País	Ocupados	Hombre	3.754.837	63%
		Mujer	2.174.953	37%
		Total	5.929.790	100%
	Desocupados	Hombre	334.893	52%
		Mujer	308.705	48%
		Total	643.598	100%
	Inactivos	Hombre	1.503.495	30%
		Mujer	3.491.409	70%
		Total	4.994.904	100%
	Total	Hombre	5.593.225	48%
		Mujer	5.975.067	52%
		Total	11.568.292	100%

Fuente: Encuesta Casen 2003

Si bien existe información desagregada por género, a nivel de comunas. Esta es insuficiente para ser incluida en las proyecciones de demanda realizadas. Es para ello sería necesario un estudio, más a fondo y específico, enfocado a determinar la penetración de servicios de telecomunicaciones, diferenciada por género. Esta información debiera estar desagregada a nivel ojala de localidad para poder ser considerada dentro del estudio y la herramienta de proyección desarrollada.

3 DEMANDA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

En este capítulo se presentan los avances y criterios generales utilizados para determinar la proyección de la demanda relevante para la región.

3.1 *Metodología de Proyección de Demanda por Servicios de Telecomunicaciones en la Región*

Para efectos de la definición de anteproyectos de conectividad, su dimensionamiento y su evaluación económica, se realizará una proyección de demanda de servicios de telecomunicaciones para la cual se enuncian los principales supuestos y criterios. Los antecedentes básicos utilizados en la proyección se han obtenido de las siguientes fuentes:

- Estadísticas de población Hogares e indicadores de telecomunicaciones obtenidas del Censo 2002.
- Estudios previos sobre la materia.
- Estadísticas de Telecomunicaciones de Subtel.
- Antecedentes obtenidos directamente en el terreno.
- Antecedentes propios del Consultor.

Es necesario hacer presente algunos aspectos críticos que tienen que ver con la proyección de demanda de telecomunicaciones en la región.

- a) La escasez de información detallada, en cierta medida determina los resultados. Esto significa que en muchos casos hay que definir supuestos de demanda para poder completar una proyección a nivel de cada localidad, para ser funcional a la generación de anteproyectos. Esto puede significar adoptar criterios medios uniformes para todas las localidades de la región.
- b) En muchos sectores hay un incipiente desarrollo de la infraestructura en general, por lo tanto no existe un patrón de comportamiento definido (por ejemplo, hay sectores que tienen energía eléctrica hace un año, que tienen conexión por tierra con otros puntos de la región hace un año, que tienen un solo teléfono público, o no tienen, o que tienen red telefónica hace 2 o tres años, etc.). Se hacen presentes estos aspectos para graficar que en esas condiciones el desarrollo de la demanda también conlleva un desarrollo de

la población como consumidores, lo que hace pensar en que el desarrollo de las telecomunicaciones puede ser vertiginoso, en el sentido de que en pocos años puede verse fuertemente alterado el patrón actual observable, tal como ha ocurrido en otras zonas con Internet o telefonía móvil. Esto es válido en aquellas localidades más remotas de la región, alejadas de los principales centros urbanos, en donde se concentran los servicios.

- c) Adicionalmente la tecnología ha presentado un desarrollo muy dinámico verificándose un círculo hardware, software, aplicaciones, marketing, desarrollo de mercados, hardware y así sucesivamente.

Estos elementos determinan que la proyección de la demanda debe hacerse sobre dos bases principales, en primer lugar, patrones de comportamiento de zonas o sectores similares a lugares en donde se ha observado penetración y maduración de tecnologías y por otro lado considerando criterios generales, como que el precio de largo plazo de ancho de banda tiende a bajar y las necesidades unitarias de ancho de banda por usuario tienden a aumentar entre otras consideraciones.

Otro elemento fundamental que fue considerado en la proyección, corresponde a que ésta se realizó teniendo en cuenta la liberación de las restricciones de oferta existente en los servicios de telecomunicaciones en la región.

Por último, se deja establecido que la proyección de demanda es una herramienta que permite realizar una estimación del crecimiento de los clientes, tráfico y flujos económicos de tal manera de poder realizar una evaluación a nivel de perfil de los anteproyectos de telecomunicaciones.

Estas consideraciones son de importancia puesto que determinan la metodología que se debe emplear para la proyección de la demanda.

En resumen, para cada localidad definida del conjunto señalado debe proyectarse la demanda por servicios de voz, número de líneas y por servicios de datos, número de conexiones de Internet y capacidad de las conexiones.

Por otra parte, dado que por lo general la red de transporte de comunicaciones reúne la totalidad de los servicios que requieren de su uso deben ser considerados en su proyección para su dimensionamiento, es decir, deben proyectarse los tráfico telefónicos asociados a



telefonía fija y móvil, Internet de acceso dedicado y conmutado, radio y televisión y transmisión privada de datos.

En cuanto a los tipos de usuarios se distinguió entre los siguientes:

- Empresas Mayores
- Servicios Públicos
- Pymes
- Micro empresas
- Usuarios Residenciales

La información base para la proyección de cada uno de estos usuarios se describe a continuación:

- Empresas Mayores y Servicios Públicos: Se recogieron la cantidad de apariciones en las guías telefónicas de cada región para este tipo de usuarios, considerando que cada sucursal, sede y/o establecimiento de este tipo de usuarios requerirán de un servicio de conectividad estándar.
- Pymes y Micros: Se utilizaron las estadísticas que recoge Chilemprende con base en datos del servicio de impuestos internos, la información es la del año 2003.
- Usuarios Residenciales: Se utilizaron los datos del Censo 2002 a partir de los cuales se hicieron proyecciones de población y hogares con las tasas de crecimiento definidas por el INE en su proyección de población, además para la proyección de hogares se hizo la consideración de ir disminuyendo progresivamente el número de Habitantes por Hogar.

3.1.1 Proyección de Telefonía Fija e Internet

La proyección de servicios de Telefonía consideró básicamente tres elementos. La demanda insatisfecha actualmente en algunas localidades, la demanda existente hoy en día expresada como las conexiones actuales y las metas de cobertura o lo que se espera para cada localidad en un horizonte determinado. En el cuadro siguiente se muestra el criterio general a utilizar para determinar las coberturas para el año meta de telefonía fija.

Las proyecciones de conexiones a Internet se definieron de la siguiente manera de acuerdo a cada segmento:

Conexiones Residenciales

Para la proyección de la demanda de conexiones residenciales se uso la siguiente formula:

$$X(p)=((1+p/ing)^{-e}) * N$$

- Dónde:
 - x(p)**: es la demanda en una localidad
 - p**: es el precio del servicio
 - ing**: es el ingreso medio por hogar
 - e**: es la elasticidad
 - N**: el número de hogares.

Donde el número de hogares y el ingreso medio, fueron tomados del Censo 2002 y la encuesta Casen 2003. Para la demanda proyectada se utilizó los hogares sin conexión incrementales y los ingresos se proyectaron con una tasa de incremento de un 4,5% anual parejo para todas las localidades.

Con estas dos proyecciones, hogares incrementales e ingresos, se construye la proyección de conexiones residenciales incrementales solo aplicando la formula anterior para cada dato de la matriz de proyección, los parámetros elasticidad y precios del servicio adoptado son los siguientes:

e= 3.8

Cuadro 3.1-1
Precios de Conexión Internet Residencial

Precio Conexión Residencial (\$)	2006	2007	2008	2009	2010	2011
desde 256 Kbps a 512 Kbps	21.600	18.624	15.974	13.640	11.600	9.830

Fuente: Consultec Ltda

El valor de la elasticidad se tomó de "Anteproyectos de Conectividad, Expansión de Redes y Servicios para la VII región", realizado por la Universidad de Chile, en diciembre 2005. Luego, a las conexiones incrementales acumuladas se agregan las conexiones reales obtenidas, teniéndose así la proyección conexiones residenciales totales existente a cada año.

Conexiones No Residenciales

Estas se calculan suponiendo una cobertura inicial del 100% en todos los segmentos descritos (tomando como supuesto la existencia de oferta en todas las localidades), de esta manera la proyección se basa solo en el crecimiento de cada segmento de no residencial.

Cuadro 3.1-2
Coberturas de Internet Criterio General

Segmento	Criterio Cobertura
Empresas Mayores	100%
Servicios Públicos	100%
Pymes	100%
Microempresas	Cobertura residencial

Fuente: Consultec Ltda

Estos parámetros se han definido en consideración las metas propuestas por la Autoridad para la ejecución de las políticas de fomento a la conectividad en el país.

3.1.2 Proyección de Requerimientos de Capacidad

La estimación de la demanda para los anteproyectos de conectividad se ha realizado en base a los siguientes criterios:

Cuadro 3.1-3
Capacidad de Conexiones de Internet por Segmento (Kbps)

Tipo Institución	2006	2011
Emp. Mayores	1.024	2.048
Serv. Públicos	512	1.024
Pymes	512	1.024
Micros	256	512
Residencial	256	512

Nota (1) Crecimiento lineal entre 2006 y 2011 duplicando las capacidades.

Fuente: Consultec Ltda

Los criterios para determinar las capacidades y su crecimiento según los distintos segmentos, se han adoptado considerando los estándares mínimos que podrían tener los usuarios de cada uno de éstos en una situación en donde se pasa de cobertura cero a una cobertura dada. Es decir, se considera que los usuarios comenzarán contratando las capacidades mínimas disponibles y que con el tiempo percibirán la rentabilidad que les reporta un mejor estándar de



conectividad. Ello significa que en un horizonte dado se podría, por ejemplo duplicar la capacidad contratada, dadas las necesidades crecientes de comunicaciones por usos y aplicaciones y también por la baja en los precios que se espera como una tendencia que se presenta en la industria. Estos fenómenos se han observado en localidades que poseen coberturas desde hace un período más prolongado (5 a 10 años).

3.1.3 Disposición a Pagar por Servicios de Telecomunicaciones

La estimación realizada de la demanda considera disposición a pagar por los servicios de telecomunicaciones. Las restricciones de oferta existentes en algunas localidades, los niveles de precios de los servicios y la calidad de éstos e indirectamente la demanda por otros servicios de telecomunicaciones son indicativos de la disposición a pagar existente en la región por servicios de telecomunicaciones.

La penetración de sistemas de TV satelital en zonas aisladas, asimismo, ponen en evidencia la necesidad de la población de contar con medios que permitan contrarrestar el aislamiento aun cuando estos servicios tengan altos precios en la región.

La proyección de demanda realizada ha tomado en consideración estos elementos, los cuales han podido ser constatados a través de las entrevistas realizadas en terreno y de la observación directa sobre el comportamiento de la población con respecto a los sistemas y servicios de telecomunicaciones.

3.2 Modelo de Proyección de la Demanda

A partir de lo anteriormente expuesto se ha desarrollado un modelo de proyección de demanda. Dicho modelo toma como base la proyección de población y Hogares que se realiza a partir de los datos censales y las tasas de crecimiento usadas por el INE para sus proyecciones.

Esta proyección permite determinar las necesidades de capacidad en cuanto al acceso y distribución en las localidades de la región.

El principal supuesto que está detrás y que es relevante para la proyección, corresponde a que las localidades principales, cuentan con la capacidad de transporte suficiente para la proyección de los requerimientos de telecomunicaciones. Este supuesto se basa en los antecedentes

recogidos y en que las líneas de comunicaciones que sirven a la región en gran medida soportan el tráfico del país ante lo cual el tráfico local es marginal sin ser despreciable.

Además para la proyección de conexiones no residenciales se utilizan datos estadísticos variados, en el caso de las Pymes se utiliza la información del SII a nivel comunal, la proyección se basa en las estadísticas del 2003. Para cuantificar la cantidad de Grandes Empresas y Servicios Públicos se utiliza la información recogida de las Guías Telefónicas de cada región (Año 2004/2005), contabilizando cada sucursal y/o sede de estas instituciones. De todos estos datos se calculan los parámetros para la construcción de las proyecciones.

A continuación se muestran los resúmenes de los resultados de la proyección de demanda, tanto las proyecciones de usuarios y conexiones.

Cuadro 3.2-1
Proyección Población y Hogares

Provincia	Tipo Proyección	2006	2011
ANTOFAGASTA	Población	335.783	356.476
	Hogares	84.900	94.194
EL LOA	Población	151.868	161.227
	Hogares	40.706	45.165
TOCOPILLA	Población	33.220	35.267
	Hogares	9.617	10.670
Totales	Población	520.870	552.970
	Hogares	135.223	150.029

Fuente: Consultec Ltda

Cuadro 3.2-2
Proyección Instituciones Comerciales y Públicas

Provincia	Tipo Proyección	2006	2010
ANTOFAGASTA	Empresas Mayores	218	227
	Servicios Públicos	341	356
	Pymes	2.271	2.384
	Microempresas	13.747	14.594
EL LOA	Empresas Mayores	76	76
	Servicios Públicos	123	128
	Pymes	815	857
	Microempresas	5.569	5.912
TOCOPILLA	Empresas Mayores	25	25
	Servicios Públicos	40	40
	Pymes	151	156
	Microempresas	1.876	1.991
Totales	Empresas Mayores	319	328
	Servicios Públicos	504	524
	Pymes	3.237	3.397
	Microempresas	21.191	22.497

Fuente: Consultec Ltda

Cuadro 3.2-3
Proyección de Conexiones Residenciales

Provincia	2006	2011
ANTOFAGASTA	39.781	61.939
EL LOA	20.675	31.537
TOCOPILLA	2.843	5.501
Total general	63.299	98.977

Fuente: Consultec Ltda

Cuadro 3.2-4
Nº Conexiones/100 Hab

Provincia	2006	2011
ANTOFAGASTA	11,85	17,38
EL LOA	13,61	19,56
TOCOPILLA	8,56	15,60
Total general	12,15	17,90

Fuente: Consultec Ltda

Cuadro 3.2-5
Proyección de Conexiones No Residenciales

Provincia	Tipo Proyección	2006	2011
Antofagasta	Empresas Mayores	218	227
	Servicios Públicos	341	356
	Pymes	2.271	2.384
	Microempresas	6.327	9.508
El Loa	Empresas Mayores	76	76
	Servicios Públicos	123	128
	Pymes	815	857
	Microempresas	2.818	4.118
Tocopilla	Empresas Mayores	25	25
	Servicios Públicos	40	40
	Pymes	151	156
	Microempresas	541	996
Totales	Empresas Mayores	319	328
	Servicios Públicos	504	524
	Pymes	3.237	3.397
	Microempresas	9.686	14.622

Fuente: Consultec Ltda

3.3 Determinación Balance Oferta Demanda Banda Ancha

Para estimar la brecha se consideran dos aspectos: el número de conexiones y la capacidad a utilizar.

La brecha en número de conexiones totales, se obtiene como: la diferencia entre la demanda proyectada en el horizonte de 5 años, para los 5 segmentos considerados, y las conexiones base al 2006.

La brecha en capacidad, igualmente es obtenida como: la diferencia entre las capacidades proyectadas en el horizonte de 5 años, para los 5 segmentos considerados, y la capacidad base al 2006. Esto considerando una capacidad base al 2006 de 256 (Kbps) por conexión y para el horizonte de 5 años las capacidades residenciales incrementadas un 10% con un crecimiento lineal hasta duplicarse, quedando los valores como se muestra a continuación.

Cuadro 3.3-1
Capacidades en el tiempo

	Base 2006	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Capacidad (Kbps)	256	282	338	394	451	507	563

Fuente: Consultec Ltda.

Los cuadros siguientes muestran las brechas en conexiones y capacidades.

Cuadro 3.3-2
Conexiones de Internet Totales

Nº de Conex.	Demanda Satisf. Conex. 2006	Demanda						Brecha respecto al año 2006					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Antofagasta	29.108	47.082	50.712	54.962	59.754	64.969	70.435	17.973	21.603	25.853	30.645	35.860	41.326
Calama	14.444	24.129	26.055	28.246	30.647	33.193	35.807	9.685	11.611	13.802	16.203	18.749	21.363
María Elena	401	871	996	1.143	1.308	1.486	1.671	470	595	742	907	1.085	1.270
Mejillones	305	755	876	1.022	1.191	1.380	1.582	450	571	717	886	1.075	1.277
San Pedro de At.	129	379	453	545	653	775	903	250	324	416	524	646	774
Sierra Gorda	0	67	88	113	140	171	205	67	88	113	140	171	205
Taltal	363	1.034	1.207	1.415	1.651	1.914	2.192	672	845	1.053	1.289	1.552	1.830
Tocopilla	1.486	2.729	3.038	3.431	3.902	4.443	5.047	1.243	1.552	1.945	2.416	2.957	3.561
Ollague	0	0	1	2	3	5	7	0	1	2	3	5	7
Total	46.236	77.045	83.425	90.878	99.248	108.335	117.848	30.810	37.190	44.643	53.013	62.100	71.613

Fuente: Consultec Ltda.

Cuadro 3.3-3
Capacidades de Internet Totales

Capacidades (Mbps)	Capacidad Satisfecha Capacidad s 2006	Capacidad						Brecha respecto al año 2006					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Antofagasta	7.277	12.947	16.735	21.160	26.292	32.159	38.739	5.670	9.458	13.883	19.015	24.882	31.462
Calama	3.611	6.635	8.598	10.875	13.485	16.430	19.694	3.025	4.987	7.264	9.874	12.820	16.083
María Elena	100	239	329	440	575	735	919	139	228	340	475	635	819
Mejillones	76	208	289	393	524	683	870	131	213	317	448	607	794
San Pedro de At.	32	104	149	210	287	383	496	72	117	177	255	351	464
Sierra Gorda	0	18	29	44	62	85	113	18	29	44	62	85	113
Taltal	91	284	398	545	727	948	1.206	194	308	454	636	857	1.115
Tocopilla	372	751	1.003	1.321	1.717	2.200	2.776	379	631	950	1.346	1.828	2.405
Ollague	0	0	0	1	1	2	4	0	0	1	1	2	4
Total	11.559	21.187	27.530	34.988	43.669	53.626	64.817	9.629	15.971	23.429	32.110	42.067	53.258

Fuente: Consultec Ltda.

4 OFERTA ACTUAL DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

4.1 Metodología de Análisis

El análisis de la oferta de los servicios de telecomunicaciones en la Región de Antofagasta, se ha realizado a partir de una recopilación de información que consideró:

- Estudios previos sobre la materia.
- Antecedentes de instalación de infraestructura de telecomunicaciones obtenidos de Subtel.
- Antecedentes obtenidos de los Informes de Estadísticas de Telecomunicaciones de Subtel.
- Antecedentes obtenidos de la información proporcionada por las empresas, públicamente disponible, para efectos de los estudios tarifarios.
- Antecedentes obtenidos a través de entrevistas con ejecutivos de las principales empresas de telecomunicaciones presentes en la zona.
- Antecedentes propios del Consultor.

4.2 Infraestructura de Telecomunicaciones en la II Región

La infraestructura de telecomunicaciones correspondiente principalmente a las redes de transmisión, tanto de fibra óptica (FO) como de microondas (MMOO), y zonas de cobertura de telefonía móvil, de las distintas compañías presentes en la región constituyen las redes troncales principales para la establecer las ofertas de servicios a clientes finales y facilitan potencialmente el desarrollo de proyectos de conectividad para las localidades en estudio. A partir del análisis de información entregada por la Subtel proveniente directamente de las empresas del sector, se ha podido establecer la información relevante para el desarrollo de los proyectos de conectividad.

En la Figura siguiente se presenta un esquema que contiene la información resumida de la infraestructura asociada a la oferta de servicios de telecomunicaciones en la II Región.



4.2.1 Red de Fibra Óptica Entel

La red de fibra óptica de ENTEL se extiende por todo el país desde Arica a Pto. Montt. Desde Santiago al norte el sistema se denomina Red SDH Norte. Esta red en la zona que comprende el estudio, es decir entre Lagunas y Diego de Almagro, tiene una capacidad máxima de 2*STM-16, tiene puntos intermedios en Crucero, Algorta, Mejillones, Antofagasta, Barroso y Librillo sin derivaciones.

Cuadro 4.2-1
Red de Fibra y Microondas ENTEL - II Región

Localidad	Localidad Prox.	Sistema	Latitud	Longitud
Lagunas	Pica	Fibra	20,555	69,4052
Crucero	Quillagua (sur)	Fibra	22,165	69,335
Algorta	Chuquicamata	Fibra	22,383	69,3719
Mejillones	Mejillones	Fibra	23,096	70,4461
Antofagasta	Antofagasta	Fibra	23,648	70,3989
Barroso	Estación Los Vientos	Fibra	24,566	69,7961
Librillo	Taltal	Fibra	25,335	70,1037
Diego de Almagro	Diego de Almagro	Fibra	26,233	70,0243
Lagunas	Pica	M. Ondas	21,046	69,7703
Quillagua	Quillagua	M. Ondas	21,689	69,5564
La Cruz	María Elena	M. Ondas	22,192	69,7561
Tres Puntas	María Elena	M. Ondas	22,168	70,1464
Tocopilla	Tocopilla	M. Ondas	22,088	70,1978
Dupont	Calama	M. Ondas	22,507	68,9375
Calama	Calama	M. Ondas	22,454	68,9289
Empinado	Oficinas 1	M. Ondas	22,952	69,6989
Mirador	Baquedano	M. Ondas	23,323	69,9875
Los Morros	Cerro Moreno	M. Ondas	23,578	70,3528
Antofagasta	Antofagasta	M. Ondas	23,648	70,3989
Moreno	Oficinas 2	M. Ondas	24,008	69,8694
El Viento	Estación Los Vientos	M. Ondas	24,689	69,9903
Cachiyuyal	Baquedano	M. Ondas	23,326	69,9269
Altamira	Mina La Gloria	M. Ondas	25,775	69,8867
Salado	El Salado	M. Ondas	26,379	70,2806

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Oct.2005

4.2.2 Red de Microondas Entel

Las redes de microondas existentes en la región se componen de subsistemas en torno a los cuales se extienden los radioenlaces para cubrir las distintas zonas de la región.

a) Subsistema Calama

Cuadro 4.2-2
Red Microondas y Fibra ENTEL – Subsistema Calama

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
DUPONT	CALAMA	Troncal	CTR216/2+1	
CALAMA	SAN JORGE	Ramal	MNL-8 34M	
SAN JORGE	CALAMA	Ramal	MNL-7 8x2	
SAN JORGE	MINA RADOMIRO TOMIC	Ramal	MNL-15 34M	
CALAMA	CHUQUICAMATA	Ramal	NERA 34M	
CALAMA	BARROS ARANA	Ramal	MNL-8 16X2	
BARROS ARANA	TOCONAO	Ramal	MNL-7 16X2	
SAN JORGE	RADOMIRO TOMIC	Ramal	MNL-15 4X2	
SAN JORGE	MINA RADOMIRO TOMIC	Ramal	MNL-15 16x2	
CALAMA	SAN LORENZO	Ramal	MNL-15 8X2	
SAN LORENZO	BCI CHUQUI	Ramal	MNL-15 4X2	
SAN LORENZO	FINNING	Ramal	MNL-18 4X2	
CALAMA	CHUQUICAMATA	Ramal	MNL-15 8X2	
CALAMA	CHUQUICAMATA	Ramal	MNL-15 34M	
CALAMA	MONTECRISTO	Ramal	MNL-15 8X2	
MONTECRISTO	MONTECRISTO	Ramal	MNL-15 4X2	
MONTECRISTO	CERRO DOMINADOR	Ramal	MNL-15 4X2	
CERRO DOMINADOR	MIN TUINA	Ramal	MLD-15 4X2	
MONTECRISTO	SULFANOR	Ramal	MNL-7 4X2	
CALAMA	BARROS ARANA	Ramal	MNL-7 8X2	
TOCONAO	SOP SQM	Ramal	MNL-7 8X2	
SOP SQM	SALAR DE ATACAMA	Ramal	MNL-18 4X2	
SOP SQM	KLC SQM	Ramal	MNL-15 4X2	
TOCONAO	SAN PEDRO DE ATACAMA	Ramal	MNL-7 8x2	
SAN PEDRO DE ATACAMA	CONOSUR	Ramal	MNL-18 4X2	
TOCONAO	AURA	Ramal	MNL-7 8x2	
BARROS ARANA	ESO ALMA	Ramal	MNL-7 4X2	
ESO ALMA	APEX	Ramal	MNL-7 4X2	

(Continúa en pág. Siguiente.)

(Continuación.)

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
BARROS ARANA	EL ABRA	Ramal	MNL-7 8x2	
CALAMA	CHUQUI INDUSTRIAL	Ramal	MNL-15 4X2	
CALAMA	DUPONT	Ramal	MNL-8 8X2	
CALAMA	VILLA ASCOTAN			FO
CALAMA	AV. GRANADEROS			FO
DUPONT	CCR-RT (FINNING)	Ramal	MNL-18 4X2	
DUPONT	CALAMA SUR	Ramal	MNL-18 4X2	
COLEGIO CHUQUI	ED. CORP.CHUQUI	Ramal	MNL-18 4X2	

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Julio 2006

b) Subsistema La Cruz

Cuadro 4.2-3
Red Microondas y Fibra ENTEL – Subsistema La Cruz

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
LA CRUZ	DUPONT	Troncal	CTR216/2+1	
DUPONT	CALAMA	Troncal	CTR216/2+1	
LA CRUZ	O/E CRUCERO	Ramal	USY STM1	
O/E CRUCERO	S/E ENCUENTRO	Ramal	MNL-15 4X2	
LA CRUZ	CERRO TOLAR	Ramal	MAS 2M	
LA CRUZ	MARÍA ELENA	Ramal	MNL-18 4X2	
LA CRUZ	MARÍA ELENA	Ramal	NERA 34M	
LA CRUZ	MARIA ELENA	Ramal	MNL-8 16X2	
MARÍA ELENA	COYA SUR	Ramal	MNL-15 4X2	
LA CRUZ	PEDRO DE VALDIVIA	Ramal	FUJITSU 4X2	
LA CRUZ	PEDRO DE VALDIVIA	Ramal	MNL-15 8X2	
PEDRO DE VALDIVIA	LAGARTO	Ramal	MNL-15 4X2	
LA CRUZ	PEDRO DE VALDIVIA	Ramal	MNL-7 4X2	
DUPONT	CALAMA	Ramal	MNL-18 4X2	
LA CRUZ	TRES PUNTAS	Ramal	CTR190/34M	
LA CRUZ	TRES PUNTAS	Ramal	MNL-7 2X8	
TRES PUNTAS	TOCOPILLA	Ramal	CTR190/34M	
TRES PUNTAS	TOCOPILLA	Ramal	CTR190/34M	
TOCOPILLA	TOCOPILLA SUR	Ramal	MNL-15 4X2	

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Julio 2006

c) Subsistema Mirador

Cuadro 4.2-4
Red Microondas y Fibra ENTEL – Subsistema Mirador

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
MIRADOR	LOMAS BAYAS	Ramal	MNL-7 4X2	
MIRADOR	CERRO GUALGA	Ramal	MNL-8 16X2	
CERRO GUALGA	CERRO CAMPAMENTO	Ramal	MNL-7 8X2	
CERRO CAMPAMENTO	MINA EL TESORO	Ramal	MNL-18 8X2	
CERRO CAMPAMENTO	FINNING	Ramal	MNL-18 4X2	
CERRO GUALGA	ESTANQUE	Ramal	MNL-7 8X2	
ESTANQUE	CERRO DOMINADOR	Ramal	MNL-15 4X2	
CERRO GUALGA	PAMPA BLANCA SQM	Ramal	MNL-15 4X2	
CERRO GUALGA	SOMICH SQM	Ramal	MNL-15 4X2	
MIRADOR	MANTOS BLANCOS	Ramal	CTR190/8M	
MANTOS BLANCOS	MANTOS BLANCOS 2		LP	FO
MANTOS BLANCOS 2	MANTOS BLANCOS	Ramal	MNL-18 4X2	
MIRADOR		Ramal	MNL-7 4X2	
	MN. TESLIN	Ramal	MNL-15 4X2	

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Julio 2006

d) Subsistema Los Morros

Cuadro 4.2-5
Red Microondas y Fibra ENTEL – Subsistema Los Morros

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
LOS MORROS	CERRO MORENO	Ramal	MNL-15 4X2	
LOS MORROS	BCI CERRO MORENO	Ramal	MNL-15 4X2	
LOS MORROS	HIDALGO	Ramal	MNL-15 8X2	
HIDALGO	CARBONATO SQM	Ramal	MNL-15 16X2	
HIDALGO	O/E LA NEGRA	Ramal	USY-8 STM1	
O/E LA NEGRA	FO			FO
HIDALGO	BORATO SQM	Ramal	MNL-15 16X2	
HIDALGO	AIR LIQUID	Ramal	MNL-18 4X2	
LOS MORROS	JARDÍN DEL SUR	Ramal	MNL-15 4X2	
LOS MORROS	REP. RAY ROCK	Ramal	MNL-15 4X2	
REP. RAY ROCK	RAY ROCK	Ramal	MNL-15 4X2	

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Julio 2006

e) Subsistema Mejillones

Cuadro 4.2-6
Red Microondas y Fibra ENTEL – Subsistema Mejillones

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
MEJILLONES	LEONCITOS	Ramal	MNL-7 16X2	
LEOCITOS	MICHILLA	Ramal	DMR-18 4X2	
MICHILLA	MICHILLA 1			FO
LEOCITOS	EL LINCE 1	Ramal	MNL-15 8X2	
LEOCITOS	EL LINCE 2, MICHILLA 2	Ramal	MNL-15 4X2	
MEJILLONES	CERRO LAS GAVIOTAS	Ramal	MNL-15 8X2	
CERRO LAS GAVIOTAS	HORNITOS	Ramal	CTR210-900	
CERRO LAS GAVIOTAS	REP. MANTOS DE LA LUNA	Ramal	MNL-7 4X2	
REP. MANTOS DE LA LUNA	MIN. MANTOS DE LA LUNA	Ramal	MNL-15 4X2	

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Julio 2006

f) Subsistema Antofagasta

Cuadro 4.2-7
Red Microondas y Fibra ENTEL – Subsistema Antofagasta

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
ANTOFAGASTA	ELECTROANDINA	Ramal	SRAL-18 16X2	
ANTOFAGASTA	STARTEL	Ramal	MNL-8 16X2	
ANTOFAGASTA	AV. ORIENTE	Ramal	MNL-15 16X2	
AV. ORIENTE	FACH	Ramal	MNL-15 4X2	
AV. ORIENTE	COVIEFI	Ramal	MNL-15 4X2	
ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA ESTACION			FO
ANTOFAGASTA	ANTONINO TORO			FO
ANTOFAGASTA	AV. ORIENTAL			FO
ANTOFAGASTA	ESTADIO REGIONAL			FO
ANTOFAGASTA	MC PRAT			FO
ANTOFAGASTA	MERCADO			FO
ANTOFAGASTA	PUERTO ANTIGUO			FO
ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA NORTE		DF34	FO
ANTOFAGASTA NORTE	AV. ORIENTAL			FO
ANTOFAGASTA NORTE	CLUB HIPICO			FO
ANTOFAGASTA NORTE	BUCYRUS	Ramal	MNL-15 4X2	
ANTOFAGASTA NORTE	GRAL BONILLA	Ramal	MNL-15 4X2	
ANTOFAGASTA NORTE	MASISA	Ramal	SLD-15 4X2	

g) Subsistema EL Viento

Cuadro 4.2-8
Red Microondas y Fibra ENTEL – Subsistema El Viento

Origen	Destino	Tipo Enlace	Enlace	Obs.
EL VIENTO	ZALDIVAR	Ramal	CTR190/34M	
EL VIENTO	ZALDIVAR	Ramal	CTR190/34M	
ZALDIVAR	ESCONDIDA 1	Ramal	MNL-18 4X2	
ZALDIVAR	ESCONDIDA 2	Ramal	MNL-18 4X2	
ZALDIVAR	MINA 3.5 ESCONDIDA2	Ramal	DMR2000 8X2	
ZALDIVAR	ZALDIVAR 2	Ramal	MNL-15 4X2	
ZALDIVAR	GERENCIA ZALDIVAR	Ramal	MNL-15 4X2	
ZALDIVAR	MINERA GABY	Ramal	MNL-7 8X2	
EL VIENTO	REP. MERIDIAN	Ramal	MNL-7 8X2	
REP. MERIDIAN	MINERA MERIDIAN	Ramal	MNL-18 4X2	
REP. MERIDIAN	GARDILCIC	Ramal	MLD-15 4X2	
EL VIENTO	REP. YOLANDA	Ramal	CTR190/34M	
REP. YOLANDA	YOLANDA (MINERA YUMBES)	Ramal	DMR-18 4X2	
REP. YOLANDA	PARANAL	Ramal	MNL-15 4X2	
EL VIENTO	ARMAZONES	Ramal	MNL-7 4X2	
ARMAZONES	PARANAL	Ramal	MLD-15 4X2	
CACHIYUYAL	REP. GUANACO	Ramal	MNL-7 4X2	
REP. GUANACO	MINERA GUANACO	Ramal	MAS 2M	
CACHIYUYAL	PORTEZUELO	Ramal	CTR190/34M	
PORTEZUELO	PERALES	Ramal	CTR190/34M	
PERALES	TALTAL	Ramal	MNL-15 8X2	
TALTAL	ENAMI	Ramal	MNL-15 4X2	
PERALES	REP. LAS LUCES	Ramal	MNL-7 4X2	
REP. LAS LUCES	MIN. LAS LUCES	Ramal	MNL-15 8X2	
EL VIENTO	CACHUYUYAL	Ramal	CTR190/34M	

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Julio 2006

4.2.3 Red de Fibra Óptica Telmex

Telmex posee una red que cubre todo el país. En la zona Norte, esta red se denomina Red Troncal Norte. La información de la red con que se cuenta fué proporcionada por otro consultor.

Cuadro 4.2-9
Red Fibra Optica SDH Principal Telmex - II Región

Nodo	Dirección	Latitud	Longitud	Tipo	Jerarquía	Velocidad
						(Mbps)
Lagunas	Ruta 5 Norte Km. 1716 Torre AT 403	20°58'	69°40'	Repetidor/ADM	STM4	622
Cruceros	Sub. Estación Edelnor	21°41'	68°43'60"	Repetidor/ADM	STM4	622
Algarrobal	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Mejillones	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Antofagasta	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Antofagasta 1	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Barroso	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Pampa Librillo	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Diego de Almagro	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622

Fuente: Elaborado en base a información proporcionada por Ingeniería Mazzei 2006

Cuadro 4.2-10
Red Fibra Optica SDH Respaldo Telmex - II Región

Nodo	Dirección	Latitud	Longitud	Tipo	Jerarquia	Velocidad
						(Mbps)
Lagunas	Ruta 5 Norte Km. 1716 Torre AT 403	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Cruceros	Sub. Estación Edelnor	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Baquedano	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Antofagasta	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Antofagasta 1	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Barroso	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Pampa Librillo	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622
Diego de Almagro	s/i	s/i	s/i	Repetidor/ADM	STM4	622

Fuente: Elaborado en base a información proporcionada por Ingeniería Mazzei 2006

La red de Telmex en la II Región se encuentra autorrespaldada con la red de fibra óptica de ENTEL de acuerdo a un protocolo suscrito entre ambas empresas.

Por otra parte recientemente esta empresa se ha adjudicado la frecuencia 3,4 – 3,6 GHz para operar una concesión de Servicio Público Telefónico Inalámbrico mediante servicio con tecnología Wimax. El compromiso de la empresa es tener operativa esta infraestructura al 31/12/2007.

A continuación se indican las características de las estaciones base proyectadas en la región

Cuadro 4.2-11
Localización de Estaciones Base Wimax.

Localización	Comuna	Latitud Sur	Longitud Oeste
C° La Cruz	Tocopilla	22°11'26"	69°45'21"
Calama	Calama	22°27'30"	68°55'28"
C° Barcos	Sierra Gorda	23°13'50"	69°40'07"
C° Los Morros	Antofagasta	23°34'42"	70°19'54"
C° Perales	Taltal	25°25'00"	70°25'25"

Fuente: Consultec Ltda.

4.2.4 Red de Fibra Óptica CTC

CTC cuenta con una red de fibra óptica que cubre desde Arica a Pto. Montt. Sobre este sistema la empresa tiene implementada una red de transporte SDH (Synchronous Digital Hierarchy)⁶. Por su parte, la red SDH da servicios punto a punto a las redes de servicio de las concesiones de la empresa, para tráfico telefónico conmutado nacional e internacional. Lo mismo para transmisión de datos.

Cuadro 4.2-11
Red Fibra Óptica LD SDH NEC Principal Telefónica - II Región

Nodo	Dirección	Latitud	Longitud	Tipo	Jerarquía	Velocidad
						(Mbps)
LAGUNA	s/i	s/i	s/i	Troncal	ADM reg.	2 x STM-16
QUILLAGUA	s/i	s/i	s/i	Troncal	AD reg.	2 x STM-16
CURCERO	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
EL ABRA	s/i	s/i	s/i	Ramal	600V	2 x STM-16
ELECTRO ANDINA	s/i	s/i	s/i	Ramal	AX 155-2	2 x STM-16
TOCOPILLA	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
CALAMA	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
CHUQUICAMATA	s/i	s/i	s/i	Ramal	600V	2 x STM-16
BAQUEDANO	s/i	s/i	s/i	Troncal	AD reg.	2 x STM-16
ANTOFAGASTA	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
MANTOS BLANCOS	s/i	s/i	s/i	Ramal	600V	2 x STM-16
LOMAS BAYAS	s/i	s/i	s/i	Ramal	600V	2 x STM-16
S/E OESTE	s/i	s/i	s/i	Ramal	600V	2 x STM-16
MINERA ZALDIVAR	s/i	s/i	s/i	Ramal	600V	2 x STM-16
ROSARIO	s/i	s/i	s/i	Troncal	Reg.	2 x STM-16
AGUA VERDE S/E	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
DIEGO DE ALMAGRO	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16

Fuente: Elaborado en base a información proporcionada por Telefónica, 2006

A continuación la fibra de respaldo de la red NEC de Telefónica.

⁶ Arquitectura de multiplexación y de transmisión de señales digitales entre elementos de redes cuyas señales de reloj de muestreo son sincronizadas con exactitud. La velocidad de transmisión es de 155 Mbps.

Cuadro 4.2-12
Red Fibra Óptica LD SDH NEC Respaldo Telefónica - II Región

Nodo	Dirección	Latitud	Longitud	Tipo	Jerarquía	Velocidad
						(Mbps)
LAGUNA	s/i	s/i	s/i	Troncal	ADM reg.	2 x STM-16
QUILLAGUA	s/i	s/i	s/i	Troncal	AD reg.	2 x STM-16
CURCERO	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
CALAMA	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
MEJILLONES	s/i	s/i	s/i	Troncal	AD reg.	2 x STM-16
ANTOFAGASTA	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
CERRO TORTOLA (P/S)	s/i	s/i	s/i	Troncal	Reg.	2 x STM-16
BUENA ESPERANZA	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16
DIEGO DE ALMAGRO	s/i	s/i	s/i	Troncal	SM 2500A	2 x STM-16

Fuente: Elaborado en base a información proporcionada por Telefónica, 2006

Telefónica también tiene una red NG (New Generation), que se extiende por los nodos que se muestran a continuación.

Cuadro 4.2-13
Red Fibra Óptica LD SDH NG Principal Telefónica - II Región

Nodo	Dirección	Latitud	Longitud	Tipo	Jerarquía	Velocidad
						(Mbps)
CURCERO	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
CALAMA	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
BAQUEDANO	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
ANTOFAGASTA	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
ROSARIO	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
AGUA VERDE S/E	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
DIEGO DE ALMAGRO	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16

Fuente: Elaborado en base a información proporcionada por Telefónica, 2006

Y el respectivo respaldo a la red NG de Telefónica.

Cuadro 4.2-14
Red Fibra Óptica LD SDH NG Respaldo Telefónica - II Región

Nodo	Dirección	Latitud	Longitud	Tipo	Jerarquía	Velocidad
						(Mbps)
CURCERO	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
MEJILLONES	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
ANTOFAGASTA	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
CERRO TORTOLA (P/S)	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
BUENA ESPERANZA	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16
DIEGO DE ALMAGRO	s/i	s/i	s/i	Troncal		2 x STM-16

Fuente: Elaborado en base a información proporcionada por Telefónica, 2006

a) Red de Servicio Público Telefónico de Larga Distancia Nacional e Internacional

Este servicio se presta a través de la red de fibra óptica que cubre el territorio nacional. Existen tres centros de conmutación, dos de tipo nacional/internacional ubicados en Santiago y uno sólo para tráfico nacional ubicado en Antofagasta. Todos los conmutadores son del tipo Ericsson. Esta infraestructura se encuentra interconectada con los PTR's (Punto de Terminación de Red)⁷ de las redes de las otras compañías de servicio público telefónico, así como también con las compañías móviles.

b) Plataforma de Servicios Avanzados

Esta plataforma se basa en la red telefónica y permite entregar servicios avanzados de gran complejidad. Se incluyen transacciones sobre bases de datos además de las interacciones básicas de las llamadas.

c) Transporte de Señales de Televisión

El transporte de señal de televisión por medios terrestres se realiza mediante la incorporación de señal a la red en los puntos donde se genera y la red hace llegar dicha señal a Santiago. La señal se inyecta en una trama de transporte SDH STM-1 (STM, Synchronous Transport Module)⁸ con la cual se enruta a Santiago. El enrutamiento se realiza a través de cross connections en los sitios de despacho. Para ello se cuenta con los respectivos codificadores y

⁷ Punto de conexión física de la red externa con la red interna del cliente.

⁸ Estructura básica de transporte en redes SDH. El STM básico corresponde a 155.520 kbit/s (STM-1).

decodificadores para transporte, recepción y entrega de la señal de acuerdo a las normas (ITU-T y EIA/TIA 250-C)

Cuando se usan medios satelitales, se comprime la señal en formato MPEG-2 (MPEG, Moving Picture Experts Group)⁹ para su posterior uplink satelital. Para esto se cuenta con un Telepuerto ubicado en La Florida mediante el cual se puede transmitir señal de TV a 7 satélites, a través de 5 antenas fijas y 2 sistemas fly-away, en bandas C y Ku. Asimismo se pueden decodificar señales de TV desde 6 satélites distintos. El sistema posibilita efectuar uplinks de TV utilizando antenas móviles o fly-aways con sus respectivas cadenas de transmisión asociadas.

d) Plataforma de Network Access Point

El acceso a Internet se realiza a través de capacidades NAP (Network Access Point)¹⁰, para ello se cuenta con un PoP (Point of Presence)¹¹ de interconexión con proveedores de tránsito IP y contenidos localizados en Boca Raton, Florida, USA y otros PoP's ubicados en Chile para la conexión de los clientes. Se cuenta además con un punto de intercambio de tráfico (PIT), el cual permite a los ISP's conectados a él intercambiar libremente tráfico de contenidos nacionales.

La conexión entre USA y Chile se realiza a través de la fibra óptica Stgo. - Valparaíso y el cable submarino Emerga para el tramo Valparaíso – Boca Raton. En los puntos extremos existen servidores de tipo CISCO GSR 12008.

En Chile estos elementos se ubican en el telepuerto Exequiel Fernandez. En dicho punto existen interconexiones con el PIT de T Mundo a través de un servidor CISCO 7513, con un nodo ATM Core ASX 200, con la red Giga Ethernet y a través de otro elemento CISCO 7513 al Backbone IP/MPLS nacional. Indirectamente a través del nodo ATM se conecta con el TIC de Telefónica Data de San Martín, en donde el elemento es un Shasta BSN 5000.

e) Red Multiservicios (Ip/Mpls)

Esta es una red de cobertura nacional destinada al transporte del servicio de datos que permite cursar comunicaciones de voz, datos y video. Se soporta sobre equipamientos de tecnología IP/MPLS, cuya arquitectura se organiza en niveles de borde y núcleo, cuyas funciones se

⁹ Formato de compresión de archivos de imágenes animadas (film, video y animaciones) que pueden ser descargadas y visualizadas en un computador.

¹⁰ Uno de los puntos de interconexión que unen diversos proveedores de acceso a Internet.

¹¹ Un POP es el punto de acceso a Internet de un usuario.

explican a continuación. El borde cumple las funciones de concentración, catalogación de tráfico, implementación de clases de servicios. En este nivel se implementa y controla el servicio. El núcleo cumple la función de enrutamiento y transporte eficiente atendiendo a las prioridades definidas por el borde y controlando las eventuales congestiones al interior del núcleo. En la práctica esta es una red de datos de larga distancia que se soporta en la red nacional SDH.

En la zona norte cuenta con un nodo principal en Iquique, del tipo 12008 (dentro del núcleo) y un nodo de borde también en Iquique del tipo 7204.

f) *Red de Transporte de Larga Distancia Nacional*

La red de transporte de larga distancia corresponde a una red de cobertura nacional orientada al transporte de E1/ 34Mbps/ 140Mbps/ STM-n. Esta red está soportada en equipamiento de tecnología SDH y PDH utilizando medios terrestres (fibra óptica) como aéreos (satelitales). Se interconecta con todas las redes plataformas o servicios que necesitan transportar E1/ 34Mbps/ 140Mbps/ STM-n a nivel nacional, como son telefonía LDN/LDI, transporte de datos nacionales, acceso a Internet internacional, transporte de señales de TV.

La red de fibra óptica troncal se extiende entre Arica y Pto. Montt. Se basa en tecnología SDH NEC y se complementa con otras redes de cobertura parcial como son SDH Ericsson y PDH NEC.

g) *Red de Transporte de Larga Distancia Internacional*

La red de transporte internacional de fibra óptica esta compuesta por enlaces fronterizos con Perú y Argentina. Además existe capacidad en cables submarinos ya sea como propietario de capacidad o mediante capacidad contratada de largo plazo. Estas redes se utilizan para tráficos de voz y datos propios o de clientes. La conexión directa es con los siguientes países Argentina, Perú, Brasil, USA, Canadá, Panamá, Pto. Rico, Ecuador, Uruguay, España, Alemania, Noruega, Dinamarca y Japón.

Cuadro 4.2-15
Cables Submarinos y Fronterizos y Capacidad Asignada

Cables	Capacidad Asignada	Puesta en Servicio
Americas I	8 HMiu	1994
Americas II	48 E1 (Ring Miu)	2000
Atlantis – 2	213.833 Miu*Km	1999
Columbus – 2	8 Miu, 5 Miu	1994
Maya I	1 Miu	2000
Panamericano	92 HMiu	1999
TPC-5	7 HMiu	1995
Unisur	7 Hmiu	1994
SeaMW – 3	1 HMiu	1999
PENCAN – 5	5 HMiu	1996
SAM – I	6*STM – 1	2001
Taino Caribe	1 HMiu	1992
Los Andes – Las Cuevas	4*STM-1	1995
Arica – Tacna	2*STM-1	1998
Osorno – Puyehue	2*STM-1	1999

Elaborado en base a información proporcionada por la empresa, Oct.2005

h) Centrales

Telefónica CTC Chile informó el listado de sus centrales como parte de la red para prestar servicios de banda ancha, ubicando nombre de comuna y localidad o sector al que pertenecen. A continuación se resumen las localidades por comuna que cuentan con una central.

Cuadro 4.2-16
Centrales Telefónicas CTC región Antofagasta

Comuna	Localidad
ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA (P)
ANTOFAGASTA	CERRO MORENO
CALAMA	CALAMA (P)
MARIA ELENA	MARIA ELENA
MEJILLONES	MEJILLONES
TALTAL	TALTAL (P)
TOCOPILLA	TOCOPILLA (P)

Fuente: Elaborado en base a información enviada por Telefónica CTC Chile, al 30 octubre 2006

De esta misma información se pueden identificar aquellas comunas que carecen de Nodos ADSL, necesarios para los servicios de banda ancha. Dentro de la región las comunas carentes son:

Cuadro 4.2-17
Comunas Sin nodos ADSL de Telefónicas CTC - región Antofagasta

Comuna
Sierra Gorda
Ollagüe
San Pedro de Atacama

Fuente: Elaborado en base a información de la empresa a Octubre 2006

4.2.5 Infraestructura Proyectos Subsidiados

a) FDT

A través del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones se ha concursado la instalación de teléfonos públicos rurales en distintas localidades de la II Región, lo cuales han permitido un notable incremento de la conectividad de los habitantes de las zonas aisladas de la región. Actualmente el FDT se encuentra en reformulación hacia metas más ambiciosas de acceso universal a las tecnologías de información, a través de Telecentros, Escuelas Rurales y otras iniciativas, que van más allá de la instalación y operación de teléfonos públicos. A continuación, el número de teléfonos instalados a través de proyectos FDT en cada comuna. El listado completo se presenta adjunto en los Anexos.

Cuadro 4.2-18
Teléfonos Públicos Rurales - II Región

Comunas	Empresa	Cant. teléfonos
- Mejillones	COMPANIA DE TELECOMUNICACIONES DE CHILE S.A.	2
- Antofagasta - Sierra Gorda	COMPANIA DE TELECOMUNICACIONES DE CHILE S.A.	6
- San Pedro de Atacama	COMPANIA DE TELECOMUNICACIONES DE CHILE S.A.	2
- Antofagasta	RURAL TELECOMMUNICATIONS CHILE S.A.	3
- Calama	RURAL TELECOMMUNICATIONS CHILE S.A.	6
- Tocopilla	COMPANIA DE TELECOMUNICACIONES DE CHILE S.A.	2
- Calama	Sociedad Comercial e Industrial Megacom Ltda.	4
- San Pedro de Atacama	Sociedad Comercial e Industrial Megacom Ltda.	1
- Taltal	Sociedad Comercial e Industrial Megacom Ltda.	1
Total		27

Fuente: SUBTEL, Octubre 2006

Otros proyectos, como infocentros, programa de electrificación rural y escuelas Enlaces, se mencionaron en el capítulo 2 de este informe.

4.3 Proveedores de Servicios de Telecomunicaciones

4.3.1 Telefonía Local

El servicio de telefonía local es provisto por las siguientes concesionarias de servicio público:

Cuadro 4.3-1
Concesionarias Telefonía Local - II Región

Concesionaria
Telefónica CTC
Entelphone
GTD Telesat VTR
RTC

Fuente: Subtel, Informe Estadístico, diciembre 2005.

Nota (1): Se excluyen las concesionarias del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones y otras menores.

La penetración regional de la telefonía fija es del 22, 8 % a Junio 2005, según Informe Estadístico 10 Subtel.

A continuación, se muestra la demanda observada en los últimos años en la región. Es importante notar la caída en el número de abonados observado en el año 2003.

Cuadro 4.3-2
Abonados Telefonía Local - II Región

Líneas en Servicio					
Región	Dic-02	Dic-03	Dic-04	Dic-05	Mar-06
II	106.777	103.194	109.869	116.928	119.835
Total	3.467.015	3.252.063	3.318.260	3.435.888	3.436.070

Fuente: SUBTEL, Series Estadísticas

4.3.2 Telefonía Móvil

El servicio de telefonía móvil es provisto por las cuatro concesionarias de servicio público telefónico móvil que operan en el país, las cuales operan de manera superpuesta. Ellas son:

Cuadro 4.3-3
Concesionaria Telefonía Móvil - II Región

Concesionarias Telefonía Móvil
Entel PCS S.A.
Entel Telefonía Móvil S.A.
Movistar S.A.
Claro S.A.

Fuente: SUBTEL

A continuación, se puede observar la distribución de la demanda observada para este servicio proyectada para este año, tanto en modalidad contrato como prepago. Además esto se sabe ha tenido un crecimiento sostenido los últimos año, esto se debe al fenómeno de la sustitución fijo-móvil ocurrida en todo el país, además de los altos precios de los servicios de la telefonía fija en la región, especialmente en los sectores rurales.

Cuadro 4.3-4
Abonados Telefonía Móvil - II Región

Región	contrato	prepago	Total Marzo 2006
II	63.237	311.612	374.849

Fuente: SUBTEL. Números aproximados tomándose en consideración la proporción modalidad contrato-prepago promedio del país.

Cuadro 4.3-5
Trafico Salida Telefonía Móvil – Minutos Efectivos en Miles

Región	2004	2005	Crecimiento
II	40.237	55.032	36,77%
Total País	6.003.888	7.089.122	18,08%

Fuente: SUBTEL; Series Estadísticas 6 y 9

Dada la importancia la solución de telefonía móvil para la región, se hace importante notar la infraestructura de estaciones base.

A continuación, las BTSs instaladas en la Región de Antofagasta, por comuna y empresa.

Cuadro 4.3-6
BTS Instaladas - II Región

Comuna	Empresa Móvil				Total
	CLARO	ENTEL MÓVIL	ENTEL PCS	MOVISTAR	
ANTOFAGASTA	41	5	39	85	170
CALAMA	22	2	18	42	84
MARÍA ELENA	4	1	4	2	11
MEJILLONES	7		4	16	27
SAN PEDRO DE ATACAMA	3		5	3	11
SIERRA GORDA	10		6	17	33
TALTAL	5		2	4	11
TOCOPILLA	6		11	9	26
Total Región 2	98	8	89	178	373

Fuente: STI De Subtel Al 08.08.2006

Una gran parte de la región se encuentra cubierta por servicio de telefonía móvil. Las localidades con cobertura incluyen una inmensa mayoría de la población de la región. Sin embargo subsisten problemas de cobertura en zonas que si bien no tienen importancia demográfica, requieren de servicio dado su interés estratégico económico.

4.3.3 Larga Distancia

A continuación, los diversos operadores de servicios de larga distancia en la región:

Cuadro 4.3-7
Operadores Servicio Larga Distancia - II Región

Operadores de Larga Distancia
TELMEX CHILE NETWORKS S.A.
Convergía Chile S.A.
Transam Comunicaciones S.A.
117 Telecomunicaciones S.A.
IFX Larga Distancia Chile S.A.
AT&T Chile S.A. 2/
Globus 120 S.A.
Telefónica del Sur Carrier S.A.
Manquehue Telecomunicaciones de Larga Distancia S.A. 3/
Empresa Nacional de Telecomunicaciones S.A.
Sur Comunicaciones S.A.
Micarrier Telecomunicaciones S.A.
TELMEX CHILE LONG DISTANCE S.A.
GTD Larga Distancia S.A.
Chilesat S.A. 2/
Empresa de Transporte de Señales S.A.
Bellsouth Chile S.A. /4
Compañía de Teléfonos de Chile Transmisiones Regionales S.A.

Fuente: Informe Estadístico 10, diciembre 2005, SUBTEL

Los operadores del servicio de larga distancia pueden cubrir las necesidades de las zonas cubiertas por la telefonía fija y móvil. En el caso de la telefonía fija, las comunas atendidas se presentan en el Cuadro 4.3-2 y en el caso de la telefonía móvil, las localidades atendidas se presentan en los Cuadros 4.3-7 al 4.3-17.

4.3.4 Internet

A continuación se presentan los principales proveedores de acceso Internet que operan en la II Región:

Cuadro 4.3-8
Proveedores Servicio Internet Conmutado - II Región

Proveedores Servicio Internet Conmutado
Telmex Networks
Telmex Long Distance
Chilesat
Chile.com
El Area
ENTEL
Gtd Internet
IFX
Inter.net
Latlink
Psinet solito
Terra
TIE
Tutopia
Uplink
VTR y Metrópolis

Fuente: SUBTEL, Dic 2005

El servicio de Internet conmutada se presta en los lugares en que existe cobertura de red fija.

Cuadro 4.3-9
Proveedores Servicio Internet Acceso Dedicado - II Región

Proveedores Servicio Internet Dedicado
ENTEL
Gtd Internet
IFX
IMPSAT Chile S.A.
Latlink
Telmex SSEE
Terra
TIE
Tutopia
VTR y Metrópolis

Fuente: SUBTEL, Dic 2005

Consistentemente con el aumento de uso de la Internet y la evolución de las tecnologías de conectividad, se puede verificar un aumento de las conexiones dedicadas, con la consecuente estancamiento de las conexiones conmutadas. A continuación, datos comparativos entre las dos modalidades de conexión:

Cuadro 4.3-10
Comparación Abonados Internet Conmutada x Internet Dedicada - II Región

Región	Jun-04			Jun-05		
	Conmutadas	Dedicadas	Total	Conmutadas	Dedicadas	Total
II	11.957	22.626	34.583	6.599	31.640	38.239

Fuente: Series Estadísticas 10, diciembre 2005, SUBTEL

4.3.5 Televisión Abierta

Actualmente cuentan con concesión de servicio de radiodifusión televisiva en frecuencia VHF las cuatro principales estaciones nacionales de televisión abierta, esto es: Televisión Nacional de Chile, Corporación de Televisión Universidad Católica de Chile, Red de Televisión Chilevisión S.A. y Red Televisiva Megavisión.

La señal de televisión es transmitida desde Santiago vía fibra óptica para ser retransmitida a aquellas localidades en donde hay cobertura de acuerdo a los medios disponibles en cada lugar, en donde se recibe la señal comprimida de televisión y mediante radiodifusión es transmitida abiertamente a las zonas de cobertura, utilizando para ello una antena transmisora, y en algunos casos, antenas repetidoras o de rectificación o restauración de la señal de televisión. El ancho de banda requerido para la transmisión de la señal de televisión comprimida es de 34 Mbit/s por canal.

4.3.6 Televisión Cerrada

La señal de televisión de los diferentes canales provistos por la concesionaria de TV cable, en general, es generada en su lugar de origen por medio de una señal codificada que es transportada a un satélite comercial, por medio de un contrato entre la compañía de televisión y esta última.

Para que una empresa de TV por cable local pueda contar con la señal de un determinado canal internacional, requiere recepcionar vía satélite la señal codificada por medio de una antena parabólica, para luego ser decodificada y enviada a los abonados por medio de una red de cables. La empresa de TV Cable debe cancelar un costo variable al canal generador de la señal de televisión, que depende generalmente del número de abonados con que cuenta la compañía local.

Cuadro 4.3-11
Operadores TV Cable - II Región

Concesionarias Televisión Cable II Región	Porcentaje Hogares con TV cable/satelital
DIRECTV CHILE TELEVISIÓN LIMITADA;DIRECTV CHILE LTDA.	1,34%
VTR BANDA ANCHA S.A.;VTR TELEFÓNICA S.A.	45,43%
ZAP TELEVISIÓN SATELITAL DIRECTA AL HOGAR LIMITADA;ZAP TV	1,58%
Total	48,35%

Fuente: STI octubre 2006, SUBTEL

5 ELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA PROYECTOS DE CONECTIVIDAD

Este capítulo se destina a analizar las tecnologías actualmente en uso que pueden ser adoptadas para el diseño de las soluciones técnicas en los anteproyectos.

La definición del conjunto de soluciones técnicas surge como resultado del análisis de los siguientes ítems:

- Demanda
- Dispersión geográfica de la demanda identificada
- Condiciones de infraestructura existentes
- Condiciones geográficas y de acceso
- Tecnologías disponibles
- Costos

Un elemento importante a destacar para la elección de las tecnologías para los anteproyectos corresponde a la infraestructura actual de telecomunicaciones.

Dentro de los aspectos anteriormente citados, el ítem tecnología juega un importante rol puesto que ello definirá los costos, además de otras condiciones importantes, tales como plazos de implementación de los proyectos de conectividad, posibilidad de crecimiento de demanda, compatibilidad con redes ya existentes, entre otros.

5.1 Tecnologías - Principales Características

En las secciones siguientes se presenta una breve descripción de las alternativas tecnológicas consideradas para la definición de los anteproyectos de conectividad en la región.

5.1.1 xDSL

La tecnología DSL (Digital Subscriber Line) permite utilizar las redes de cobre existentes de la telefonía local para transmisión de voz y datos a velocidades de hasta 2 Mb/s, a través de una conexión dedicada.

Existen diversos tipos de DSL (ADSL, G.Lite, HDSL, IDSL, RADSL, entre las aplicaciones más relevantes), con distintos límites de velocidad, tipos de aplicaciones soportados y límites de distancia permitidos. El ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) es el estándar comúnmente asociado a la Internet, y se trata de modems que convierten la señal del cable de par trenzado en bits de alta velocidad (hasta 9 Mbps de bajada y 1 Mbps de subida).

Un módem es instalado en la central telefónica y otro en el usuario. El módem divide la línea telefónica en tres canales: transmisión de voz, transmisión de datos de subida, transmisión de datos de bajada.

Los principales costos asociados a esta tecnología son los pares de cobre (en un rango promedio de US\$ 600-800/línea), además de los equipos centrales (promedio de US\$ 200/línea) y equipos de abonados (promedio de US\$ 100). Las restricciones asociadas a la utilización del xDSL se deben a que se necesita la existencia de infraestructura de la red telefónica fija y, por lo tanto, su aplicación se encuentra restringida a aquellas localidades que presentan esta infraestructura o en su defecto a aquellas localidades concentradas en donde se hace económicamente conveniente establecer redes telefónicas convencionales.

5.1.2 Cable MODEM (HFC)

Esta tecnología utiliza la infraestructura de distribución de la TV cable para transmisión de voz y datos. Para que esto sea posible es necesaria la instalación de una red mixta fibra-coaxial (HFC).

Típicamente, un *cable modem* envía y recibe datos en dos direcciones distintas. En la dirección de bajada el dato es modulado y enviado a través de un canal de televisión de 6 MHz. En la dirección de subida el dato es transmitido en las frecuencias entre 5 y 42 MHz.

A través del Cable Modem Termination System (CMTS), ubicado en la red de la operadora de televisión a cable, el tráfico es enrutado hacia el *backbone* Internet a través del ISP.

Las restricciones asociadas a la utilización del *cable modem* se deben a que se necesita la existencia de infraestructura de la red de TV cable y, por lo tanto, no se prestan a las áreas rurales y sin infraestructura.

Los principales costos asociados son la fibra (promedio de US\$ 200/casa) y la adaptación de la red coaxial (máximo de US\$ 100/abonado), lo cual incluye VoicePort, dispositivo que permite compartir el espectro en un cable coaxial entre la señal de TV y la señal telefónica.

5.1.3 Telefonía Móvil Celular

La telefonía móvil celular se basa en la existencia de un conjunto de estaciones base, a las cuales se asignan un grupo de frecuencias disponibles de manera que estaciones vecinas no sufran interferencia, además de posibilitar la reutilización de frecuencias. Los equipos de usuarios se comunican con la estación base de acuerdo a su localización, y estos se encuentran interconectados con la red pública de telecomunicaciones.

Las redes de telefonía móvil presentan una creciente red de cobertura en la Región (detallado en Anexo A-2), además de que las recientes redes de 2,5 y 2,75 generación (espectro 1800-1900 Mhz) permiten el tráfico de datos (máximo de 256 kb/s).

El estudio WBG¹² destaca la importante función estratégica de los sitios donde se encuentran instaladas las BTSs, los cuales pueden ser utilizados como infraestructura para enlaces de microondas, ahorrando entre un 25% y un 35% de los costos de instalación.

Según el informe del WBG, el costo inicial para la infraestructura de la red móvil es de MM US\$ 4, mientras que proveer de facilidad de datos a una red móvil ya existente asciende a MUS\$ 400.000. El costo del equipo del abonado asciende a unos US\$ 300 de acuerdo a la misma fuente.

5.1.4 Sistemas WLL

El Wireless Local Loop (WLL) es un sistema utilizado para conectar usuarios al sistema público telefónico, utilizando sistema de acceso por radio, sustituyendo el tramo final (última milla) de par trenzado por radio (<http://www.iec.org/online/tutorials/wll/index.html>).

Los sistemas WLL utilizan el ancho de banda 3.4-3.7 GHz. La red opera con una estructura de estaciones base con capacidad de cobertura de hasta 15 km en zonas rurales y con tasas típicas de 384 kb/s.

La red presenta gran potencial competitivo con relación a las actuales tecnologías de cable (xDSL, *cable modem*), con costos de alrededor de un US\$ 600 para el equipo de radio del abonado y un costo de red de US\$ 350/abonado. Sin embargo, hay que notar que el costo de

¹² “Estudio “Bringing broadband Internet to Chile’s rural areas” World Bank Group, Mayo 2003.



conexión al *backbone* puede cambiar dramáticamente dependiendo de las condiciones y distancias que se presenten.

Además, la segunda generación de la tecnología puede lograr conexión sin que haya línea de vista.

5.1.5 WiFi (802.11)

La tecnología de norma IEEE 802.11 más comúnmente conocida como WiFi utiliza un ancho de banda de 2.4 GHz en Chile y brinda velocidades promedio de 212 kb/s (100 usuarios). Su uso se ha masificado en los últimos años y los principales costos asociados son el equipo del usuario (promedio de US\$ 200/usuario), el Hotspot (promedio de US\$ 800/punto), el sistema de gestión (promedio de US\$ 1.500/punto) y el precio de instalación (US\$ 150/punto para usuarios rurales). En Chile, la banda 2.4 GHz se encuentra regulada para aplicaciones de baja potencia al interior de inmuebles mediante la Resolución Exenta n° 144 de 1979.

Esta tecnología presenta gran potencial de utilización en áreas rurales y aisladas, debido a sus bajos costos. Asimismo, la condición de aislamiento y con poca infraestructura permite la operación de las antenas con niveles más altos de potencia sin que haya interferencia con otros servicios. En Chile, la utilización de la banda 2.4 GHz para la operación de equipos de transmisión de datos del servicio fijo o móvil en ambientes externos se encuentra regulada mediante la Resolución Exenta N° 746 de 2004. Dicha norma permite exceder el límite de potencia de 1W, en el caso de concesiones o permisos otorgados a través de concursos del FDT y mediante autorización de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Asimismo, cabe señalar que la tecnología WiFi se encuentra en proceso de mejoramiento, resultando en soluciones que incorporan nuevas capacidades, como mecanismos de seguridad, calidad de servicio, configuración de enrutamiento automática y mayor ancho de banda. Una de las soluciones interesantes es la tecnología SkyPilot, la cual se encuentra en estudio por parte de empresas locales y cuyas principales características se detallan a continuación.

5.1.6 SkyPilot

El SkyPilot es una solución tipo WiMax basada en el estándar 801.11 silicon, con modulación OFDM y ancho de banda de hasta 54 Mbps. Opera en las frecuencias 5.725 – 5.825 GHz, con

cuatro canales de 20 MHz. Implementa QoS a través de DiffServ (marcación del paquete IP de acuerdo a una determinada clase de servicio, identificando el nivel de prioridad y tratamiento que el paquete recibirá por toda la red), posibilitando tráfico de voz, datos y multimedia. Permite topologías de red punto-a-punto, punto-multipunto y *mesh*, donde los distintos elementos de la red logran establecer el enrutamiento a través de señalización entre si, configurando automáticamente la red. Cabe señalar que la especificación del estándar SkyPilot atiende a la actual especificación del estándar WiMax, pese a las implementaciones de diversos de los mecanismos señalados son soluciones propietarias, lo que significa que la interoperabilidad se encuentra garantizada solamente entre equipos del mismo fabricante.

Los dos principales elementos de la red son el *gateway* y *extender*, permitiendo hasta 1000 *extenders* comunicándose con un único *gateway*. Asimismo, permite utilizar hasta 6 repetidores secuenciales, con un alcance de 30 km cada. El *gateway* se compone de una antena omnidireccional, compuesta de 8 antenas de 45°, y opera con una potencia de 18 dBi. El suministro de energía puede ser a través de paneles solares, puesto que el consumo es mínimo. El equipo *extender* (repetidor) puede funcionar como terminal de usuario, lo cual entrega como mínimo, 6 Mbps de ancho de banda. La cobertura máxima de una antena es de 32 km (condiciones ideales y con línea de vista), siendo que la capacidad de transmisión sin línea de vista depende del medio, con valores típicos de 4 km (ciudad) y 2 km (zonas rurales). Asimismo, los equipos se encuentran preparados para operar en condiciones de lluvia y nieve, con temperaturas extremas entre -20° C – 55° C¹³.

Otros elementos importantes de la red son los *softwares* de gestión y control de la red, los cuales operan con protocolos estándares y pueden ser operados remotamente.

El sitio de la empresa SkyPilot (www.skypilot.com) divulga el proyecto del proveedor inglés Telabria, el cual se encuentra implementando una red de banda ancha en el Reino Unido utilizando WiMax como tecnología de transporte desde el *backbone* de fibra, y distribuyendo la señal a través de la tecnología SkyPilot. La empresa Telabria justifica el uso de SkyPilot por la facilidad de crecimiento de la red y los bajos precios del CPE (terminal de usuario), posibilitando vender servicio a los usuarios domiciliarios y pyme.

Actualmente la tecnología SkyPilot se esta utilizando en Chile para el desarrollo de proyectos con empresas concesionarias (provisión de servicios a empresas salmoneras, distribución datos enlaces satelitales proyecto escuelas rurales, proyecto seguridad ciudadana), además de

¹³ SkyPilot Brochure, SkyPilot Network Inc, 2004.



Fuerzas Armadas (substitución de microondas por tecnología SkyPilot para interconexión de centros de operación).

5.1.7 Satélite

Los sistemas satelitales, de los cuales el más conocido es VSAT (Very Small Aperture Terminal), se componen de una estación terrena central (Hub), de satélites con posición geostacionaria con capacidad para cubrir todos los puntos terminales asociados, y de los terminales remotos. El hub es responsable por la coordinación del uso de ancho de banda y la gestión del sistema completo. El equipo de usuario se compone de una antena con un diámetro que varía entre 0,5 y 2,4 metros¹⁴, equipada con un sistema de alimentación emisor/receptor, un radio microondas (bandas de frecuencias C, Ku, Ka) y un conversor de señal, además de un modem especial para satélites (<http://www.gulfsat.com/vsat.html>).

La configuración de la red puede ser punto-a-punto, en estrella, *mesh* (en malla) o *broadcast*.

En general, las estaciones satelitales son utilizadas para proveer acceso en las localidades donde no hay disponibilidad de acceso por fibra o microondas. Hay diversos proveedores de servicios satelitales en Chile, con estaciones terrenas instaladas en diversos puntos de la Región. La propia concesionaria de telefonía local utiliza esta tecnología para atender a diversas localidades aisladas. Asimismo, diversas iniciativas de proyectos institucionales (CONAF¹⁵, Fuerzas Armadas, Sistema de Justicia, etc) utilizan esta tecnología para conexión a nivel nacional.

Según información obtenida hay una creciente infraestructura basada en esta tecnología, como se puede observar de las recientes redes nacionales instaladas/ampliadas por diversas concesionarias (Chilesat (2005), Empresa Nacional de Telecomunicaciones, Telefónica del Sur Carrier, Gilat to Home, Satel Telecom). Asimismo, se ha podido observar un número considerable de usuarios de los sistemas satelitales para soluciones de voz y Internet en localidades aisladas de la Región.

¹⁴ El diámetro va a depender de la latitud, en donde a mayor latitud, normalmente se requiere un diámetro mayor.

¹⁵ Revista Gerencia, 22/03/2004

El principal atractivo de esta tecnología se encuentra en la capacidad de llegar a todas las áreas aisladas y con dispersión geográfica. Las desventajas asociadas son los precios del uso del enlace del satélite y el tiempo de retardo en la comunicación.

Con respecto a las mejoras tecnológicas y costos, cabe notar que recientemente se ha desarrollado comercialmente el estándar abierto DVB-RCS (Digital Video Broadcasting - Return Channel via Satellite), lo cual promete brindar servicios con mejor calidad y menores costos, además de no necesitar comunicación terrena, puesto que el canal de retorno es vía satélite (<http://Internetng.dit.upm.es/ponencias-jing/2003/BroadbandInternetRadioCMIqueIAFdz.pdf>).

Cabe señalar que, en el reciente concurso para proveer conectividad en escuelas rurales (diciembre, 2004), las soluciones basadas en DVB-RCS han resultado ser las más convenientes para la mayoría de los proyectos, incluso para las escuelas rurales de la Región.

Como conclusión, se puede decir que la creciente oferta de servicio e infraestructura, además de la evolución de las tecnologías de transmisión vía satélite pueden resultar en un servicio con calidad y costos convenientes para algunos de los anteproyectos identificados en este estudio.

El sistema tradicional conocido como VSAT (Very Small Apertura Terminal) ocupa la banda k (12 – 14 GHz) y brinda velocidades típicas de 512 kb/s. Los principales costos asociados son la estación terrena (US\$ 750.000 para 500 abonados), las estaciones VSAT (US\$ 2.000) y el arriendo del enlace de satélite (promedio de US\$ 35.000/año/Mbps).

5.1.8 WiMax (IEEE 802.16)

El estándar WiMax se encuentra en etapa final de definición (<http://www.wimaxforum.org>) y promete revolucionar las comunicaciones inalámbricas, con alta capacidad de transmisión de todo tipo de datos a un menor costo.

Existe un gran número de empresas de telecomunicaciones (operadores, fabricantes) y de computación involucradas en la completa definición del estándar, de manera de proveer la compatibilidad e interoperabilidad requerida de los equipos basados en tecnología WiMax.

Diversos proyectos piloto ya han sido implementados y algunos operadores de telecomunicaciones ya empezaron a comercializar el servicio (los servicios comerciales existentes son conocidos como “Pre WiMax”):

- British Telecom (02/2004): prueba en áreas rurales del Reino Unido, donde el ADSL no es viable
- Ultravisión (02/2004): pruebas Internet de banda ancha en Puebla, México
- Veri-LAN: WLAN comercial en Portland (áreas urbana y rural), USA
- ITSA (02/2003): pruebas Internet banda ancha en Belo Horizonte, Brasil
- Intel/Anatel (1º sem/2005): acceso banda ancha en Ouro Preto, Brasil
- TowerStream (04/2004): WLAN comercial en Boston, New York, Chicago, USA
- Millicom (12/2004): prueba acceso Internet
- Telefónica (09/2004): prueba acceso banda ancha, Campinas, Brasil
- Telebria (2004): servicio comercial, Reino Unido.

Los proyectos y servicios implementados demuestran que la solución WiMax se presta tanto a conectividad en zonas densamente pobladas como en zonas de baja densidad poblacional, incluso algunas operadoras ya se decidieron por adoptar la solución WiMax para proveer conectividad en zonas aisladas y rurales (ex: British Telecom). Cabe señalar que la topología típica de soluciones utilizando WiMax se presentan como un mix entre WiMax y Wi-Fi, con la red WiMax operando como *backhaul* para los *hotspots* con tecnología Wi-Fi como se indica en: (<http://www.arcchart.com/blueprint/show.asp?id=328>) .

Los altos costos asociados a la solución WiMax de hoy en día, se explican por la baja escala de producción y el reducido número de proveedores de servicios, puesto que estos se encuentran esperando la total definición del estándar, de manera tal que los equipos puedan ser *full* compatibles entre sí. Se espera que la reciente disponibilidad de chips WiMax favorezca el despliegue del servicio y de la demanda.

Los principales estándares de la tecnología WiMax que se encuentran en desarrollo son:

- 802.16a/d : - fijo
 - espectro: 2 – 11 GHz
 - NLOS (sin línea de vista)
 - tasa de transmisión de hasta 75 Mbps en canales de 20 MHz
 - modulación OFDM, con 256 subportadoras QPSK, 16 QAM, 64 QAM
 - ancho de banda: 1,5 – 20 MHz
- 802.16e : - móvil

- espectro: 2 – 6 GHz
- NLOS (sin línea de vista)
- tasa de transmisión de hasta 15 Mbps en canales de 5 MHz
- modulación OFDM, con 256 subportadoras QPSK, 16 QAM, 64 QAM
- ancho de banda: 1,5 – 20 MHz

Existen varias empresas de tecnologías involucradas en el desarrollo del WiMax, entre las cuales se puede mencionar:

- Fabricantes de Chips: Intel, Fujitsu, Wavesat Wireless
- Fabricantes de Equipos: Airspan (Inglaterra), Alvarion (Israel), Alcatel (España), Aperto Networks (México), Gen-Wn Technology (Taiwan), Siemens (Alemania), Wi-Lan (Canadá), ZTE (China)
- Otros: Intel, Siemens, Motorola, Nortel Networks, Cisco, Lucent, AT&T, ACCW, British Telecom, France Telecom, Qwest

A continuación, se enumera las características más atractivas del WiMax:

- Tecnología estándar
- Se estima que su costo sea entre 20 y 30% más económico que las tecnologías tradicionales de banda ancha, como el ADSL
- Sin línea de vista¹⁶: en realidad, esta característica es verdadera para una distancia típica entre 5 y 8 km de la estación base. Para distancias mayores, la tecnología necesita de línea de vista.
- Utiliza modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Modulation), con mejor tolerancia a interferencia
- Calidad de servicio, permitiendo tráfico de voz, vídeo y datos
- Soporte a FDD y TDD, permitiendo ínter operación con sistemas celulares y demás sistemas inalámbricos
- Implementa seguridad a través de mecanismos de autenticación y criptografía
- Opera en bandas licenciadas y no licenciadas

¹⁶ Puntos entre los cuales hay obstáculos que impiden que se “vean” entre sí.

Como conclusión, se puede decir que, pese a la incipiente situación a nivel comercial, el Consultor entiende que la opción WiMax debe ser tomada en consideración como opción factible para implementar conectividad (transporte y acceso) en áreas aisladas de la Región, debido a sus características técnicas. Sin embargo, la evaluación económica en las actuales condiciones utilizando el estándar WiMax no refleja todas las ventajas de esta tecnología, por lo tanto se debería ser analizar cuando se realice la implementación de los proyectos, es decir, cuando el servicio esté desarrollado comercialmente.

5.1.9 PLC

El sistema PLC utiliza la red de distribución eléctrica para la transmisión de datos, en el rango de frecuencias de 5 a 30 MHz. El gran atractivo de esta tecnología es la amplia cobertura actual de las redes eléctricas, solucionando el problema de la última milla (<http://www.plca.net/whatisplc.asp>). Todavía se encuentra en etapa de proyecto piloto y con altos costos de implantación.

Actualmente, la tecnología PLC está orientada principalmente a usuarios domiciliarios y pymes. Como proyecto piloto, se puede mencionar que el sistema ha sido implementado en la ciudad canadiense de Sault Ste. Marie (provincia de Ontario, febrero, 2004). La empresa eléctrica local implementó la tecnología PLC hasta los transformadores, donde han sido instalados hot-spots Wi-Fi como solución de distribución de la señal. La concesionaria ha informado que los precios del servicio Internet serían cercanos al DSL, además de posibilitar el servicio de VoIP.

Otro proyecto comercial en desarrollo es de la empresa Eletropaulo (2004, Sao Paulo, Brasil), donde se utilizó la 1ª generación de equipos PLC, la cual garantiza velocidad de hasta 45 Mbps por transformador. Al respecto, cabe señalar que la 2ª generación de equipos PLC brindarán velocidades de hasta 206 Mbps.

Sin embargo, se debe señalar que la tecnología PLC enfrenta importantes desafíos técnicos, principalmente causados por las características de los cables eléctricos, los cuales generan y sufren interferencia de los distintos equipos conectados a la red eléctrica (<http://www.silicon.com/comment/0,39024711,10004387,00.htm>).

5.2 Resumen Comparativo Frecuencias Utilizadas y Tecnologías

Para efectos ilustrativos se presenta en el Cuadro 6.2-1 un resumen con las principales tecnologías inalámbricas y las frecuencias que éstas utilizan. Los valores presentados corresponden a los estándares generales los cuales pueden cambiar de acuerdo a las condiciones de cada tecnología propietaria dentro de los rangos indicados.

Cuadro 6.2-1
Resumen de Uso de Frecuencias por Tecnologías Inalámbricas

Tecnologías	Frecuencias
WLL	3.4 - 3.7 GHz
WIFI	2.4 GHz
SkyPilot	5.7 GHz
WiMax	2 – 11 GHz
Móvil Celular	800 y 1.900 MHz.

Fuente: Consultec Ltda.

A continuación se presenta un cuadro comparativo con las principales tecnologías actualmente utilizadas para solución de conectividad. Se indican asimismo, las características de cada tecnología.

Cuadro 6.2-2
Cuadro Comparativo Tecnologías Conectividad

Tecnología	Ventajas	Desventajas	Otros Costos Infraestructura	Equipo Abonado	Fuente Datos Equipos Abonado
xDSL	Utiliza la red telefónica existente; bajos costos de instalación	Necesita infraestructura red telefónica fija	Par de cobre – 1.200 US\$/línea. DSLAM – 250 US\$/Línea.	US\$ 150	Informe BWG, mayo 2003
Cable Modem	Utiliza la red de TV; comparte recursos de red en el caso de edificios; permite servicio de voz y datos	Necesita infraestructura de cable de la red TV; necesita equipo para adaptar la red	Cable coaxial – 250 US\$/Conexión.	US\$100	Informe BWG, mayo 2003
Celular	Rápida instalación; comparte recursos; posibilidad de amplia cobertura	Necesita infraestructura de la red móvil (MSC, BSC); utiliza espectro regulado; servicio de datos con velocidades reducidas y altos costos de utilización	Estación Base GSM instalada 250 MUS\$ Estación Base CDMA 380 MUS\$	US\$ 300	Informe BWG, mayo 2003. Estudios Tarifarios Bellsouth y ENTEL PCS 2004 – 2009
Wii	Rápida instalación; comparte recursos; posibilidad de amplia cobertura	Necesita línea de vista (primera generación); utiliza espectro regulado; servicio de voz con mala calidad (primera generación); costo de conexión al backbone muy variable	Similar al servicio móvil celular.	US\$ 500	Informe BWG, mayo 2003
WiFi	Rápida instalación; buena capacidad de transmisión de datos; utiliza espectro no comercializado; buena oferta de equipos	Necesita cumplir con normativa (746/2004) y recibir autorización para ampliar capacidad de cobertura; provee básicamente servicio de datos	Estación Base Instalada 1.800 US\$./BTS.	US\$ 150	Informe BWG, mayo 2003 Proyecto Escuelas Rurales, ITACA Dis 2004.
WiMax	Rápida instalación; utiliza espectro regulado y no regulado; gran capacidad de transmisión; amplia cobertura; capacidad de transmisión sin línea de vista; calidad de servicio permite servicio de voz y datos	Estándar no completamente definido; soluciones no compatibles; pocos proveedores de equipo	Estación Base Instalada – 3.500 US\$/BTS.	US\$ 400	Empresas Ebosa y I-systems, diciembre 2004
VSAT	Rápida Instalación; no necesita infraestructura preexistente; buena capacidad de transmisión; permite servicios de voz y datos	Precio arriendo enlace satélite; calidad del servicio muy variable		US\$ 2.500	Proyecto Escuelas Rurales, Informática y Tecnologías Avanzadas de Canarias, diciembre 2004

Fuente: Consultec Ltda.



De acuerdo a lo observado, la II Región presenta un adecuado nivel de infraestructura de telecomunicaciones, especialmente en lo que se refiere al backbone. Sin embargo, existe un gran número de pequeñas localidades escasamente pobladas en zonas remotas en las cuales no existe cobertura de servicios. Por estos motivos, las tecnologías inalámbricas representan una alternativa ventajosa para definir las soluciones de conectividad en la región tanto en lo que se refiere al backhaul como a la distribución de la señal. Asimismo, se estima que en el corto plazo las soluciones basadas en satélite seguirán teniendo una opción comercial en la región.

Las soluciones de “ultima milla” inalámbricas van a posibilitar el compartir recursos y agilizar la instalación con respecto a las soluciones tradicionales. En cuanto a las soluciones de transporte, el informe WBG señaló la misma opción, recomendando enlaces de microondas, para distancias de hasta 80 km del *backbone* con líneas de vista, y el sistema VSAT para distancias más largas o en situaciones sin línea de vista. Asimismo, se puede complementar esta recomendación, añadiendo soluciones tipo Wi-Fi y Wi-Max como opciones a los sistemas de microondas, de acuerdo a la disponibilidad y flexibilidad del uso del espectro.

6 DEFINICIÓN DE ANTEPROYECTOS TÉCNICOS

El presente capítulo contiene las proposiciones que permitirán enlazar localidades de la II Región, proporcionando la capacidad e infraestructura para proveer los servicios de comunicación de banda ancha. Los anteproyectos contienen los lineamientos técnicos generales que sustentan las soluciones sugeridas para los casos indicados, así como sus respectivos costos.

Por último, esta proposición también contempla la infraestructura de transporte necesaria para dar respuesta a los requerimientos de telecomunicaciones de la II Región en los casos en que sea necesario.

6.1 Metodología Identificación Anteproyectos

La definición de las localidades y regiones contempladas por los anteproyectos se basó en un detallado estudio de demanda y de las actividades económicas y administrativas desarrolladas en cada zona, además del análisis de la oferta de servicios de comunicación por parte de los operadores tradicionales.

6.2 Anteproyectos de Transmisión

Los anteproyectos de transmisión corresponden a aquellos proyectos que de realizarse, solucionarían las necesidades de transporte de señal. Es decir, son soluciones orientadas a atender una demanda relativamente importante y concentrada. Dadas las tecnologías y estructuras de costos hoy disponibles, este tipo de proyectos normalmente consideran las soluciones de fibra óptica y los enlaces de microondas. Actualmente no parece justificable desde un punto de vista técnico económico plantear soluciones satelitales para los volúmenes de datos considerados como soluciones de transporte.

6.3 Anteproyectos Acceso y Distribución

Los anteproyectos de acceso corresponden a aquellos que permiten el acceso a las localidades menores a partir de los nodos principales ubicados en las líneas de transporte troncal (a lo largo

del trazado de la fibra óptica, o de líneas de microondas). La señal puede ser de este modo distribuida a los usuarios en los pueblos o áreas de servicio. Se consideran proyectos de acceso aquellos que permiten dar servicio a través de segmento satelital a localidades menores y las bajadas de señal desde líneas de microondas o redes de fibra óptica.

La distribución corresponde a la infraestructura que permite llegar hasta el usuario final desde el punto desde donde se recibe la señal en la misma localidad (antena de satélite, bajada de señal de fibra o microondas, etc.). Los elementos necesarios para la distribución son las minicentrales, las acometidas y módems, en el caso de solución alámbrica tradicional o los equipos de Wi-fi o Wi-max y los terminales de usuario en el caso de soluciones inalámbricas.

6.3.1 Criterios para Determinación de Soluciones de Acceso

Las principales variables que se han tenido en consideración para la determinación de la solución de acceso en cada anteproyecto fueron:

La posibilidad de conectarse a la red troncal garantiza el mejor aprovechamiento de las inversiones en red, además de proveer servicios de mejor calidad. En los casos en que es inviable esta solución, sea por condiciones geográficas o costos involucrados, se ha adoptado la solución satelital.

6.3.2 Criterios para Determinación de Soluciones para Servicio de Datos

Para determinar la factibilidad técnico-económica de la solución para proveer de servicios de voz y datos¹⁷, se han evaluado los siguientes escenarios y opciones:

- En el caso de que la localidad ya cuente con servicio telefónico local, y que la demanda por este servicio ya esté atendida, se evaluaron las opciones xDSL y WiFi para proveer el servicio Internet. Cabe señalar que la opción WiFi evaluada supone antenas con potencia capaz de iluminar una área con alcance de algunos kilómetros;
- En el caso de que la localidad no cuente con servicio telefónico local, o que este sea precario, se evaluaron las siguientes opciones para proveer servicio de voz y datos:
 - o xDSL para datos;
 - o WiFi para datos;

¹⁷ Se Considera que el servicio de voz es provisto sobre la solución de datos.

- o solución WiMax (IP) para voz y datos.

Cabe señalar que otro criterio importante para la elección de la solución fue la densidad población, o sea, se ha analizado la distribución de población dentro de las localidades, de manera de evaluar la posibilidad de construir redes cableadas.

Estos resultados se deben a que los costos fijos de inversión en redes inalámbricas son menores comparados a las redes con cable. Y en el caso de localidades con baja demanda, estos son los principales costos. Asimismo, en diversos casos, la alta dispersión de la población hace que una infraestructura de cable no resulte económicamente conveniente.

Cabe señalar que la solución WiMax demanda la adquisición de terminales de abonados todavía costosos (considerados en el costo del anteproyecto) pero la tendencia es la baja de costos a mediano plazo. Esta tecnología puede ser adoptada como estructura de transporte y distribución, además de contar con control de calidad de servicio, entregando los distintos servicios a través del protocolo IP. La adopción de la tecnología SkyPilot como referencia para la solución WiMax fue debido a que esta tecnología tiene representantes en Chile y se encuentra en pruebas por algunas concesionarias. La utilización de otra tecnología del estándar WiMax no invalida las evaluaciones realizadas aquí puesto que los precios son comparables.

6.3.3 Factor de Sobresuscripción

El factor de sobresuscripción puede ser entendido como la medida de la razón por la cual los usuarios comparten la banda disponible. Está basado en el número de potenciales usuarios simultáneos, tráfico local, tráfico que será enviado para el backbone nacional e internacional, capacidad de compactación de los datos, etc.

El factor de sobresuscripción utilizado ha sido definido de acuerdo con los valores que se manejan internacionalmente. El valor de este parámetro muestra variaciones entre 1:10 y 1:50. Para el caso de los anteproyectos con solución de transporte satelital, se ha adoptado el factor 1:30. En el caso de los demás anteproyectos, se ha adoptado el factor 1:10, de acuerdo al criterio definido en conjunto con la contraparte técnica del estudio.

Por otra parte, las instalaciones a realizar de acuerdo con los proyectos materia de este trabajo mostrarán, a futuro, una tendencia que permitirá diseñar con valores más ajustados a la realidad medida en terreno del valor del parámetro de sobre-suscripción. Cualquier



modificación de esos valores hoy puede ser justificada o rebatida ya que no se cuenta con mediciones de campo.

6.3.4 Resumen de los Anteproyectos

La tabla que se presenta a continuación resume las soluciones identificadas para los diversos anteproyectos detallados en la próxima sección.

Cuadro 6.3-1
Soluciones de Acceso y Distribución Localidades por Anteproyecto

Solución Transporte	Solución Acceso y Distribución	Anteproyecto
MMOO	<i>xDSL</i>	Antofagasta
		Calama
		Costa Norte Taltal
		Maria Elena Sur
		Mejillones
		Tocopilla
	<i>WiMax</i>	Agua Verde
		Antofagasta Interior
		Antofagasta Norte
		Caletas Taltal Sur
		Caspana - Toconce
		Chiquicamata
		Chiu Chiu
		Coloso
		Maria Elena Norte
		Mejillones Norte
		Quillagua
		San Pedro
		Sierra Gorda
		Socaire
Toconao		
Tocopilla Norte		
Tocopilla Sur		
Valle De Calama		
VSAT	<i>WiFi</i>	Antofagasta Localidades
		Caletas Antofagasta
		Cerro Cenizas
		Colupo
		Frontera San Pedro
		Linzor - Lequena
		Localidades Ollague
		Mina Julia
		Ollague
		Rencoret
		Taltal Norte
Tesoro		
Vaquillas		

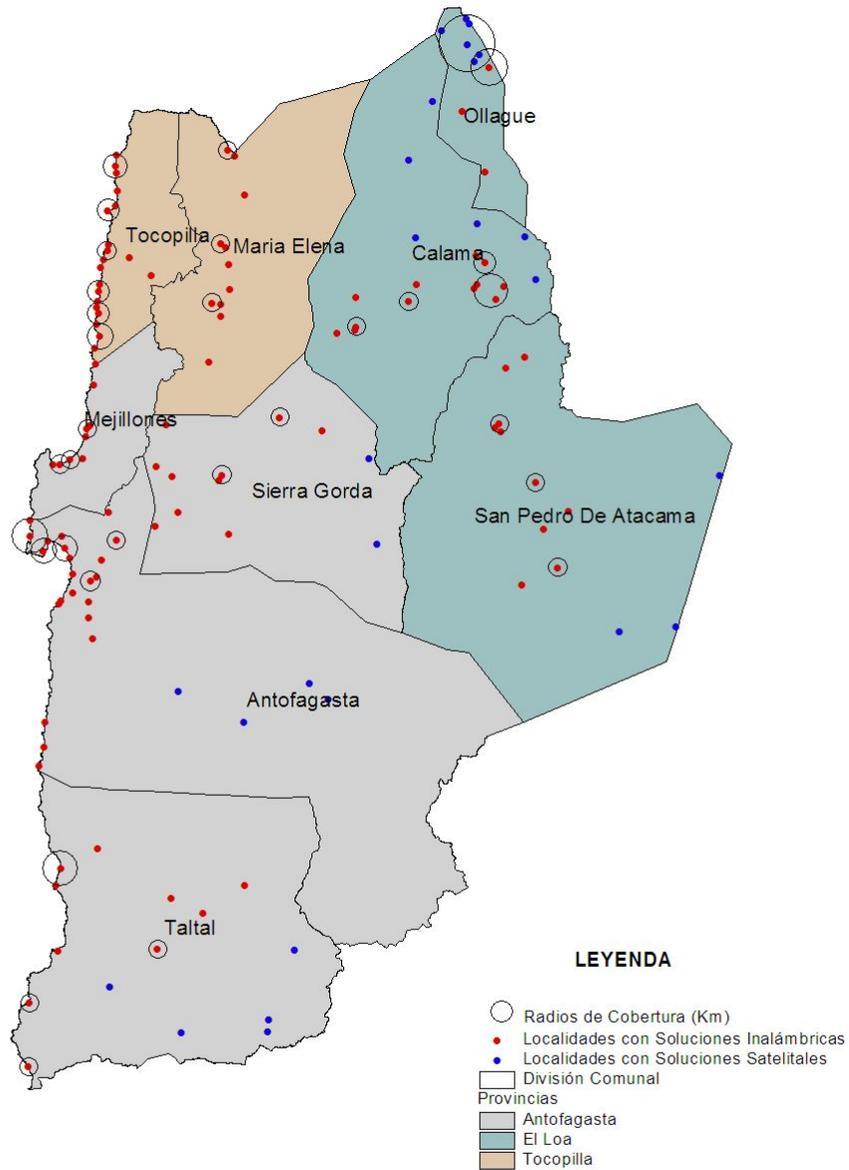
Fuente: Consultec Ltda.



6.3.5 Detalle de los Anteproyectos

La figura a continuación muestra el panorama espacial de los anteproyectos en la región, el tipo de solución, inalámbrica o satelital, propuesto. Además se muestran los radios de coberturas considerados para las soluciones inalámbricas.

ANTEPROYECTOS DE CONECTIVIDAD EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA



1000000 Meters

La tabla siguiente detalla el listado de anteproyectos y las soluciones identificadas para cada uno de estos y sus respectivas localidades.

Cuadro 6.3-2
Detalle soluciones por Anteproyectos

Nombre Anteproyecto	Localidad	Tipo Anteproyecto
AGUA VERDE	AGUA VERDE	WIMAX-MMOO
ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA	ADSL
ANTOFAGASTA INTERIOR	ESTACION O'HIGGINS	WIMAX-MMOO
	ESTACION PRAT	
	ESTACION URIBE	
	LA NEGRA	
	LAS EMPRESAS	
	PORTEZUELO	
	QUEBRADA LA NEGRA	
	SIERRA MIRANDA	
	VARILLAS	
ANTOFAGASTA LOCALIDADES	AGUAS BLANCAS	VSAT
	EL PENON	
	ESTACION POBLETE	
	ESTACION ZALDIVAR	
ANTOFAGASTA NORTE	CALETA ISLA SANTA MARIA	WIMAX-MMOO
	CERRO MORENO	
	JUAN LOPEZ	
	LA CHIMBA	
	LA PORTADA	
	LA RINCONADA	
	PUNTA LAGARTOS	
CALAMA	CALAMA	ADSL
CALETAS ANTOFAGASTA	CALETA BOTIJA	VSAT
	COSTA BLANCO ENCALADA	
	COSTA CALETA EL COBRE	
CALETAS TALTAL SUR	CIFUNCHO	WIMAX-MMOO
	GUANILLOS	
CASPARA - TOCONCE	AIQUINA	WIMAX-MMOO
	CASPARA	
	CUPO	
	PANIRI	
	TOCONCE	
	TURI	

(Continúa en pág. Siguiente.)

(Continuación.)

Nombre Anteproyecto	Localidad	Tipo Anteproyecto
CERRO CENIZAS	CERRO CENIZAS	VSAT
	CERRO JASPEADO	
CHIQUICAMATA	CHUQUICAMATA	WIMAX-MMOO
CHIU CHIU	CHIUCHIU	WIMAX-MMOO
	LASANA	
COLOSO	COLOSO	WIMAX-MMOO
	LAS PALMERAS	
COLUPO	COLUPO	VSAT
	ESTACION BARRILES	
COSTA NORTE TALTAL	PAPOSO	ADSL
	SANTO DOMINGO	
	TALTAL	
FRONTERA SAN PEDRO	CAMPAMENTO EL LACO	VSAT
	JAMA	
	SICO	
LINZOR – LEQUENA	CHELA	VSAT
	CONCHI	
	INACALIRI	
	LEQUENA	
	LINZOR	
	SAN PEDRO	
LOCALIDADES OLLAGUE	ALCONCHA	VSAT
	COSCA	
	EL CHACO	
	EL CHORRO	
	PUQUIOS	
	QUEBRADA DEL INCA	
MARIA ELENA NORTE	CRUCERO	WIMAX-MMOO
	CUCHILLAN	
	EL TOCO	
	LOS ARBOLITOS	
	SAN LORENZO	
	TRANQUE SLOMAN	
MARIA ELENA SUR	COYA SUR	ADSL
	MARIA ELENA	
	PEDRO DE VALDIVIA	
MEJILLONES	CHACAYA	ADSL
	FERTILIZANTES	
	INTERACID	
	MEJILLONES	
	POSADA	

(Continúa en pág. Siguiente.)

(Continuación.)

Nombre Anteproyecto	Localidad	Tipo Anteproyecto
MEJILLONES NORTE	CAROLINA DE MICHILLA	WIMAX-MMOO
	HORNITOS	
	ITATA	
MINA JULIA	MINA JULIA	VSAT
OLLAGUE	ASCOTAN	VSAT
	CEBOLLAR	
	OLLAGUE	
QUILLAGUA	ADUANA QUILLAGUA	WIMAX-MMOO
	VALLE DE QUILLAGUA	
RENCORET	QUIMURCO	VSAT
	SIERRA RENCORET	
	SIERRA VALENZUELA	
SAN PEDRO	AYLLO SEQUITOR	WIMAX-MMOO
	AYLLO SOLOR	
	MACHUCA	
	RIO GRANDE	
	SAN PEDRO DE ATACAMA	
SIERRA GORDA	BAQUEDANO	WIMAX-MMOO
	CHACABUCO	
	CUEVITAS	
	EL OASIS	
	SIERRA GORDA	
SOCAIRE	PEINE	WIMAX-MMOO
	SOCAIRE	
TALTAL NORTE	ALEMANIA	VSAT
	CATALINA	
	GUANACO	
TESORO	EL TESORO	VSAT
	LOMAS BAYAS	
TOCONAO	CAMAR	WIMAX-MMOO
	TALABRE	
	TOCONAO	
TOCOPILLA	TOCOPILLA	ADSL
TOCOPILLA NORTE	CALETA GUAMAN	WIMAX-MMOO
	CALETA PUNTA ARENAS	
	CALETA URCO	
	LAS TRES MARIAS	
	PAQUICA	
	PIEDRAS NEGRAS	
	QUEBRADA HONDA	

(Continúa en pág. Siguiente.)

(Continuación.)

Nombre Anteproyecto	Localidad	Tipo Anteproyecto
TOCOPILLA SUR	CALETA BUENA	WIMAX-MMOO
	CALETA EL FIERRO	
	CALETA INDIGENA	
	COBIJA	
	CONCHUELA	
	GATICO	
	PIEDRA DE LOS GUATONES	
	PIEDRA DEL ELEFANTE	
	PUNTA ATALA	
	PUNTA BLANCA	
	REFUGIO FRAGUITA	
VALLE DE CALAMA	CHUNCHURI ALTO	WIMAX-MMOO
	QUEBRADA OPACHE	
VAQUILLAS	ALTAMIRA	VSAT
	ARENILLAS	
	EXPLORADORA	
	JUNCAL	
	VAQUILLAS	

Fuente: Consultec Ltda.

6.3.6 Costos Referenciales de las Tecnologías

A continuación se detallan los costos referenciales de inversión para las distintas tecnologías:

Cuadro 7.3-3
Costos Referenciales de Inversión de Tecnologías Anteproyectos

WiFi	Costo (USD)	Fuente
Pto. Acceso instalado	1.550	Proyecto Escuelas Rurales / Estudio BWG
Terminal Abonado	150	
VSAT	Costo (USD)	Fuente
Terminal completo instalado	3.200 (1)	Proyecto Escuelas Rurales / Estudio BWG / Telcom / Internet Satelital S.A.
Arriendo enlace <=256 (1/50)	150 (2)	
Arriendo enlace <=512 (1/50)	250 (2)	
Arriendo enlace <= 1M (1/50)	400 (2)	
Arriendo enlace > 1M (1/50)	250 por cada 1Mb adicional (2)	Internet Satelital S.A.
Arriendo enlace <= 1M (dedicado)	3.000 (2) (3)	
WiMax	Costo (USD)	Fuente
Gateway respaldado instalado	6.780	Empresa I-Systems
Repetidor instalado	1.265	
Energía T. Abonado	50	
Terminal abonado	450	
Torre, energía, protección, sitio.	30.000	
Hub 48 puertas	1.000	
DSL	Costo (USD)	Fuente
DSLAM instalado	5.500	Información propia
Incremental/abonado	40	
Terminal abonado	150	
Central Telefónica	Costo (USD)	Fuente
Costo Fijo	5.500	Información propia
Incremental / abonado	60	
Red Externa	Costo (USD)	Fuente
Red cable/abonado	150	Información propia
Incremento costo distancia	50%	
Fibra Óptica	Costo (USD)	Fuente
Costo por km. aéreo	10.000	Información propia
Add drop multiplexer (4)	8.000	Información propia
Fibra Óptica	Costo (USD)	Fuente
Enlace 5,8 GHz	3.600	Información propia
IAD (5)	300	Información propia

Notas:

- (1) El costo del terminal VSAT instalado ha sido considerado a partir de información de costos comparativos que pueden ser verificados en el cuadro A.5-1.
 - (2) Costos mensuales de arriendo de señal de satélite.
 - (3) Costo de fracción de 1M dedicado = valor proporcional 1M
 - (4) Equipo que permite agregar y extraer canales desde la fibra óptica. Necesario en cada localidad donde se quiere extraer señal desde la fibra
 - (5) Equipo que realiza la digitalización de señales analógicas, las comprime y codifica.
- Fuente: Consultec Ltda..

Para el cálculo de los costos de arriendo del enlace satelital, se ha considerado el mínimo valor entre las opciones con sobresuscripción 1/10 y dedicado, de acuerdo a la demanda presentada. Los cálculos de evaluación económica de los anteproyectos han considerado un factor de divisibilidad mínima de 128 (Kbps) para contratación de enlace dedicado de acuerdo a lo informado por proveedores de enlace satelital. Al respecto, cabe señalar que la posibilidad de contratación de enlace dedicado en fracciones iguales o inferiores a ésta es crítica para la viabilidad económica de los proyectos.

Asimismo, cabe destacar que los gastos de mantención considerados para las inversiones en las distintas soluciones ascienden, en general, a unos 20% al año.

Por último, es importante destacar que se ha considerado costos de instalación de hasta 100% superiores con relación a los practicados en la zona central del país, por los costos de transporte.

6.3.7 Resumen de Inversiones de los Anteproyectos

A continuación se presenta un resumen de las inversiones requeridas para llevar adelante los anteproyectos de conectividad. Se ha hecho la diferencia entre las obras de transporte de señal y las destinadas a distribuir en cada localidad los servicios de telecomunicaciones a los usuarios. A su vez se indican los costos asociados a los terminales de usuario requeridos.

El monto total de inversiones asciende a 22,2 millones de dólares americanos, de los cuales 20,5 millones corresponden a los terminales de usuario, los restantes 1,7 millones corresponden a distribución y transporte de señal.

Para el caso del transporte, las inversiones corresponden básicamente a antenas satelitales y/o elementos de transmisión de señal de tecnología Wimax, Wifi y microondas, también se consideran bajadas de señal desde la fibra óptica. El monto asciende a unos 1,7 millones dólares y permite dar solución a 133 localidades.



Las inversiones en distribución corresponden básicamente a elementos que permiten resolver en las distintas localidades el acceso al usuario, para el servicio de datos mediante conexiones de banda ancha. Un número importante de localidades cuenta con cobertura telefónica por lo tanto se consideró para dichas localidades solución de datos solamente, mayormente mediante tecnología WiFi para el acceso al usuario. Para aquellas localidades que no cuentan con cobertura telefónica, se definieron soluciones de voz y datos basadas en tecnología WiMax dado que ésta permite a mínimo costo otorgar solución de datos, voz o ambas a la vez, de acuerdo a las preferencias de cada usuario.

Los valores indicados corresponden a un nivel de análisis de anteproyecto, por lo tanto una mayor precisión deberá considerar los estudios de ingeniería correspondiente.

Cuadro 6.3-3
Inversiones en Infraestructura y Equipos de Usuario (USD)

Comuna	Proyecto	Transporte (USD)	Distribución (USD)	Terminal Usuario (USD)	PC Usuario (USD)	Total s/PC (USD)	Total c/PC (USD)
Taltal	AGUA VERDE	0	0	0	0	0	0
Antofagasta	ANTOFAGASTA	0	0	11.615.536	9.291.473	11.615.536	20.907.009
Antofagasta	ANTOFAGASTA INTERIOR	26.000	73.760	4.053	3.851	103.813	107.664
Antofagasta	ANTOF. LOCALIDADES	0	20.000	38	383	20.038	20.422
Antofagasta	ANTOFAGASTA NORTE	44.000	110.640	62.444	54.670	217.084	271.754
Calama	CALAMA	0	0	5.620.586	4.680.568	5.620.586	10.301.154
Antofagasta	CALETAS ANTOFAGASTA	0	15.000	103	1.033	15.103	16.136
Taltal	CALETAS TALTAL SUR	36.000	73.760	3.098	2.676	112.858	115.534
Calama	CASPANA - TOCONCE	45.000	73.760	33.511	30.589	152.271	182.860
Sierra Gorda	CERRO CENIZAS	0	10.000	0	0	10.000	10.000
Calama	CHIQUICAMATA	0	0	671.774	578.986	671.774	1.250.760
Calama	CHIU CHIU	26.000	36.880	39.292	35.284	102.172	137.457
Antofagasta	COLOSO	26.000	36.880	19.003	16.899	81.883	98.781
Tocopilla	COLUPO	17.000	10.000	0	0	27.000	27.000
Taltal	COSTA NORTE TALTAL	27.000	43.760	486.067	399.314	556.827	956.141
S. P. de Atacama	FRONTERA SAN PEDRO	0	15.000	0	0	15.000	15.000
Calama	LINZOR - LEQUENA	0	30.000	73	735	30.073	30.808
Ollague	LOCALIDADES OLLAGUE	0	30.000	0	0	30.000	30.000
Maria Elena	MARIA ELENA NORTE	9.000	0	0	0	9.000	9.000
Maria Elena	MARIA ELENA SUR	17.000	0	344.045	341.249	361.045	702.294
Mejillones	MEJILLONES	9.000	43.760	330.964	274.362	383.724	658.086
Mejillones	MEJILLONES NORTE	26.000	36.880	8.982	7.729	71.862	79.592
Taltal	MINA JULIA	0	5.000	0	0	5.000	5.000
Ollague	OLLAGUE	0	41.880	136	1.364	42.016	43.380
Maria Elena	QUILLAGUA	0	36.880	12.359	11.657	49.239	60.897
Sierra Gorda	RENCORET	0	15.000	15	149	15.015	15.164
S. P. de Atacama	SAN PEDRO	63.000	36.880	148.453	122.709	248.333	371.042
Sierra Gorda	SIERRA GORDA	9.000	73.760	55.268	45.709	138.028	183.737
S. P. de Atacama	SOCAIRE	18.000	36.880	27.751	24.614	82.631	107.245
Taltal	TALTAL NORTE	0	15.000	0	0	15.000	15.000
Sierra Gorda	TESORO	0	10.000	0	0	10.000	10.000
S. P. de Atacama	TOCONAO	27.000	73.760	47.904	42.402	148.664	191.066
Tocopilla	TOCOPILLA	0	0	919.364	699.969	919.364	1.619.333
Tocopilla	TOCOPILLA NORTE	26.000	73.760	6.263	5.951	106.023	111.973
Tocopilla	TOCOPILLA SUR	35.000	110.640	4.716	4.567	150.356	154.923
Calama	VALLE DE CALAMA	17.000	36.880	383	383	54.263	54.647
Taltal	VAQUILLAS	0	25.000	0	0	25.000	25.000
Total (USD)		503.000	1.251.400	20.462.184	16.679.275	22.216.584	38.895.859
Total (M\$)		261.560	650.728	10.640.336	8.673.223	11.552.624	20.225.847

1 USD = 520 \$ Nota: CF: costo fijo. CV: costo variable por nuevo usuario.
Fuente: Consultec Ltda.

6.4 Otros Anteproyectos

Existen otros tipos de anteproyectos que son complementarios a los indicados anteriormente que resuelven las necesidades de transporte acceso y distribución. En particular, éstos se refieren a los puntos de acceso gratuito de internet y los infocentros comunitarios con subsidio del estado.

6.4.1 Puntos de Acceso Gratuitos

Los puntos de acceso gratuitos o hotspots, corresponden a anteproyectos que permiten otorgar cobertura pública y gratuita de servicio de Internet por medios inalámbricos en espacios públicos en aquellos sectores de mayor valor urbanístico de las ciudades, como plazas, parques, paseos, etc. En general se busca atender zonas con afluencia de público en donde se desarrolla la vida ciudadana. Estos proyectos que tienen un alto valor de imagen para las autoridades y comunicacional para la población constituyen una poderosa herramienta para lograr el cambio de paradigma del ciudadano común ante la tecnología y el uso o empoderamiento de las TIC's para el desarrollo del capital social de la comunidad.

Sin embargo, a juicio del Consultor, no debe ser el FDT el organismo que financie este tipo de iniciativas ya que por lo general éstas impactan a los segmentos de mayores ingresos de la población y además se ha detectado que existe interés por parte del sector privado en este tipo de iniciativas a través de las políticas de Responsabilidad Social Empresarial.

En este sentido el estado debe apoyar identificando en conjunto con la autoridad local aquellas áreas que se desea desarrollar y generando los incentivos y facilidades regulatorias (uso de espectro, permisos, etc.) y otorgando el apoyo técnico necesario para llevar a cabo este tipo de iniciativas.

6.4.2 Infocentros Comunitarios

Corresponden a aquellos puntos de acceso de bajo costo destinados a satisfacer a la población en sectores de bajos ingresos, en donde es socialmente deseable contar con servicio de Internet al alcance de todos los ciudadanos sin necesidad de que el usuario cuente con computador y conexión doméstica.

De acuerdo a lo analizado, este tipo de solución es complementaria a los anteproyectos propuestos y permite atender la demanda en aquellos lugares en donde no se justifica desde un punto de vista socioeconómico la inversión en anteproyectos destinados a conexiones domésticas y de empresas como fue el diseño realizado en este estudio.

Para efectos de este estudio se consideró que el infocentro tiene el objetivo de dar conexión pública a la población a nivel de localidad. Se consideró un infocentro en todas las localidades que tienen Hogares mayores a cero.

El criterio de existencia de infocentros se ha aplicado sobre las proyecciones de Hogares y conexiones residenciales para el año 2011, dado que se considera una inversión 2006 para satisfacer la demanda hasta el 2011.

Se proponen 3 Tipos de soluciones o infocentros:

- 1) Pequeños
- 2) Medianos
- 3) Grandes

Las características de cada infocentro, en capacidad de conexión e infraestructura son:

Cuadro 6.4-1

Características Infocentros

Tipos	Número de Hogares	Tamaño de conexión (Kbps)	Unidades PC's	Unidades Impresoras	Unidades Scanner	Nº Fax	Equipamiento por PC
Pequeño	< 100	512	3	1	1	1	1
Mediano	>100, <1000	1024	5	2	1	1	1
Grande	>1000	2048	15	3	1	1	1

Nota: Equipamiento considera el mobiliario necesario

Fuente: Consultec Ltda.

Para la Inversión los precios considerados fueron:

Cuadro 6.4-2

Precios Inversión (USD)	2006
PC (USD/Un)	500
Impresoras (USD/Un)	100
Scanner (USD/Un)	100
Fax (USD/Un)	100
Equipamiento (USD/Un de PC)	200

Fuente: Consultec Ltda.

Lo que da un total de inversión al 2006, por infocentro de:

Cuadro 6.4-3

Total Inversión por Infocentros 2006 (USD)

Tipo	Inversión por Infocentro (USD)
Pequeño	2.400
Mediano	3.900
Grande	11.000

Fuente: Consultec Ltda.

Los Gastos considerados para la operación de estos centros son: Sueldo operador, Arriendo, Servicios: Luz, Agua, Teléfono e Internet.

Los Ingresos se han estimado con una tarifa por hora que disminuye 15% anual y cantidad de horas fijas al mes usadas por PC.

Cuadro 6.4-4

Parámetros de Ingresos en Infocentros

	2006
Valor Hora Internet (\$/hr)	400
Horas al mes por PC (hr/mes/PC)	96

Fuente: Consultec Ltda.

Esta tarifa es considerada necesaria para la regulación de la demanda, y no como medio de rentabilizar el proyecto de instalar infocentros. Es decir, no se cubren los gastos ni la inversión requerida.

Es recomendable instalar los infocentros dentro de servicios públicos ya existentes, pues con ello se disminuyen los costos fijos asociados, por ejemplo de arriendo.

Para la región los anteproyectos de Infocentros entregan las siguientes soluciones, por comuna y tamaño del infocentro.

Cuadro 6.4-5

Cantidad de Infocentros según Tamaño y Comuna

Comuna-	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE	TOTAL
Antofagasta	18	1	2	21
Calama	12	1	2	15
Maria Elena	5	0	1	6
Mejillones	5	0	1	6
Ollague	8	0	0	8
San Pedro de Atacama	7	2	1	10
Sierra Gorda	7	2	0	9
Taltal	7	1	1	9
Tocopilla	15	0	1	16
TOTAL	84	7	9	100

Fuente: Consultec Ltda

Para la región los anteproyectos de Infocentros entregan los siguientes indicadores de rentabilidad.

Cuadro 6.4-6

Resumen Evaluación Infocentros Antofagasta

VPN Ingresos (M\$)	VPN Inversiones (M\$)	VPN Gastos (M\$)	VPN Proy (M\$)
1.595.573	170.508	2.208.300	-783.235

Fuente: Consultec Ltda.

6.4.3 Caso Localidades Fronterizas y Otras Consideraciones

Un caso que es de interés destacar es el de aquellas localidades de baja concentración de población y zonas muy remotas¹⁸, pero que por ser paso fronterizo concentran servicios públicos relevantes aparte de los municipales. Es el caso de Ollagüe, en que la escasa población presente no logra sustentar proyectos de conectividad y las soluciones deben ser de tipo satelital.

Sin perjuicio de lo anterior, se debe hacer presente que las soluciones en estos casos deben incluir la demanda que requieren las instalaciones fronterizas como Aduanas, SAG, Investigaciones, etc., aparte de las propias de la localidad en estos casos pueden analizarse soluciones distintas a las satelitales entendiendo que dichos servicios podrían contribuir con parte de las inversiones requeridas para la solución conjunta en donde existen notorias economías de escala. En la II Región de Antofagasta, es Ollagüe la única localidad – comuna en donde se da este caso.

¹⁸ Notar que Ollagüe se encuentra aproximadamente a 380 km de la capital regional Antofagasta.

7 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS ANTEPROYECTOS

7.1 Criterios Utilizados en la Evaluación Económica de los Anteproyectos

Como criterio general para la evaluación económica de los proyectos se han adoptado supuestos conservadores, de modo de obtener un conjunto de resultados robustos que efectivamente entreguen una señal útil para decidir la conveniencia o no de materializar los anteproyectos. El hecho de que las evaluaciones hayan sido realizadas a nivel de perfil, significa que aún persiste un grado de incertidumbre sobre algunas variables.

7.1.1 Anteproyectos de Conectividad con Servicio de Datos

En las localidades que hoy tienen servicio público telefónico comercialmente disponible se han planteado soluciones de acceso de datos para los usuarios, principalmente mediante tecnologías WiFi. En estos casos los supuestos considerados en la evaluación económica son los siguientes:

- Los ingresos se determinan exclusivamente en base a las conexiones de acceso dedicado de Internet, para lo cual se supuso precios mensuales por conexión de \$21.600 para conexión básica de 256 kbps hasta \$333.000 para 1.024 kbps al año 2006 en el caso de los enlaces dedicados para empresas mayores. Estos precios decrecen en el tiempo un 15% anual para los 5 primeros años, según se indica en la tabla siguiente. Estos precios fueron definidos de acuerdo a estimaciones de mercado adoptadas en conjunto con la Contraparte Técnica del estudio.

Cuadro 7.1-1
Precios Servicio Conexión Internet Dedicado (\$/Mes) S/IVA

Velocidad (kbps)	Costo 2006	Costo 2011
1.024	333.000	112.000
512	30.000	15.700
256	21.600	9.800

Fuente: Consultec Ltda.

- Los costos de mantención del sistema se estiman en un 20% de las inversiones como gasto anual.

- Los costos de administración y ventas se han estimado en base a una estimación de los recursos necesarios para la provisión de los servicios a nivel regional. En la planilla Anexa se encuentran los detalles de los supuestos considerados.
- Se ha considerado la compra de capacidad de transmisión de satélite o de fibra de acuerdo a la solución adoptada para cada localidad. Los costos de segmento satelital son los que se presentan en el cuadro 6.3-3. Los costos de capacidad de fibra se han estimado en 10 UF/E1/mes para aquellas localidades con acceso directo al proyecto de backbone de fibra troncal. Cuando es necesario el uso de red de radio MMOO se considera un costo de 15 UF/E1/mes.
- Para los proyectos pequeños con solución satelital se consideró como capacidad mínima dedicada 128 Kbps, dados los bajos niveles de demanda existentes en los primeros años. Estas capacidades, no confirmadas aunque señaladas por los proveedores resultan en una variable crítica para poder otorgar soluciones de este tipo en un entorno de rentabilidad. Por ejemplo, en estos casos un ancho de banda dedicado de 128 kbps. es suficiente para 50 usuarios de 128 kbps. (1/30), sin embargo en los pueblos menores muchas veces no se tiene esa demanda, por lo cual el costo fijo es el mismo para un menor nivel de ingresos.

7.1.2 Anteproyectos de Conectividad con Servicio de Voz y Datos

Estos anteproyectos se presentan en localidades en donde hoy en día no existe servicio público telefónico comercialmente disponible. En general, las opciones tecnológicas escogidas dependen, básicamente, de la dispersión de la demanda en cada localidad. Para localidades concentradas se optó por red telefónica convencional para los servicios de voz y red WiFi para el servicio de datos. Estas configuraciones se adoptaron en base a las comparaciones de costos que se realizaron de las distintas opciones posibles según se detalló en los Capítulos 6 y 7. Para localidades dispersas se consideró soluciones con tecnología WiMax.

- Los gastos de mantención se estimaron como un 10% del total de las inversiones en cada caso.
- Los gastos de administración y ventas se han estimado en base a una modelación de los recursos necesarios para la provisión de los servicios los que se detallan en los Anexos.

- Se ha considerado la compra de capacidad de transmisión de satélite o de fibra de acuerdo a la solución adoptada para cada localidad. Los costos de segmento satelital son los que se presentan en el Cuadro 6.3-3. Los costos de capacidad de fibra se han estimado en 15 UF/E1/mes¹⁹, de acuerdo al criterio indicado en la sección anterior.
- Para los proyectos pequeños con solución satelital se consideró como capacidad mínima dedicada 128 Kbps, dados los bajos niveles de demanda existentes en los primeros años. Estas capacidades, no confirmadas por los proveedores resultan en una variable crítica para poder otorgar soluciones de este tipo en un entorno de rentabilidad.

7.1.3 Resumen de Indicadores de Anteproyectos de Conectividad

A continuación se presenta un cuadro que contiene los indicadores de rentabilidad de los proyectos indicados.

¹⁹ E1 equivale a 2 Megabits por segundo

Cuadro 7.1-2
Indicadores de Rentabilidad de los Anteproyectos de Conectividad

Flujo Neto									
Comuna	Nombre Proyecto	VPN M\$	TIR	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Taltal	AGUA VERDE	0		0	0	0	0	0	0
Antofagasta	ANTOFAGASTA	3.038	30%	-6.705	2.473	2.250	2.002	1.727	7.215
Antofagasta	ANTOFAGASTA INTERIOR	-90		-66	-13	-12	-12	-11	22
Antofagasta	ANTOF.LOCALIDADES	-22		-12	-2	-3	-3	-3	-3
Antofagasta	ANTOFAGASTA NORTE	-134		-129	-12	-13	-13	-14	64
Calama	CALAMA	1.020	25%	-3.359	1.087	992	879	753	3.371
Antofagasta	CALETAS ANTOFAGASTA	-19		-10	-3	-3	-3	-2	-2
Taltal	CALETAS TALTAL SUR	-100		-73	-14	-13	-13	-13	21
Calama	CASPANA - TOCONCE	-109		-95	-10	-12	-11	-11	35
Sierra Gorda	CERRO CENIZAS	-10		-6	-1	-1	-1	-1	-1
Calama	CHIQUICAMATA	162	30%	-335	101	103	101	96	424
Calama	CHIU CHIU	-61		-63	-3	-5	-4	-6	28
Antofagasta	COLOSO	-59		-51	-6	-6	-5	-7	19
Tocopilla	COLUPO	-26		-17	-3	-3	-3	-3	-3
Taltal	COSTA NORTE TALTAL	132	29%	-288	90	90	87	83	341
S. P. de Atacama	FRONTERA SAN PEDRO	-15		-9	-2	-2	-2	-2	-2
Calama	LINZOR - LEQUENA	-33		-19	-3	-4	-5	-5	-5
Ollague	LOCALIDADES OLLAGUE	-29		-19	-3	-3	-3	-3	-3
Maria Elena	MARIA ELENA NORTE	-9		-6	-1	-1	-1	-1	-1
Maria Elena	MARIA ELENA SUR	38	21%	-191	51	47	42	36	204
Mejillones	MEJILLONES	115	33%	-195	69	67	65	62	244
Mejillones	MEJILLONES NORTE	-59		-45	-8	-8	-7	-7	15
Taltal	MINA JULIA	-5		-3	-1	-1	-1	-1	-1
Ollague	OLLAGUE	-32		-26	-4	-4	-4	-4	12
Maria Elena	QUILLAGUA	-37		-33	-5	-5	-4	-4	18
Sierra Gorda	RENCORET	-14		-9	-2	-2	-2	-1	-1
S. P. de Atacama	SAN PEDRO	2	15%	-129	31	26	24	22	112
Sierra Gorda	SIERRA GORDA	-49	-5%	-81	2	0	0	0	59
S. P. de Atacama	SOCAIRE	-47	-19%	-49	-5	-4	-4	-3	27
Taltal	TALTAL NORTE	-15		-9	-2	-2	-2	-2	-2
Sierra Gorda	TESORO	-10		-6	-1	-1	-1	-1	-1
S. P. de Atacama	TOCONAO	-79	-16%	-88	-6	-6	-5	-5	51
Tocopilla	TOCOPILLA	421	43%	-449	201	195	188	180	648
Tocopilla	TOCOPILLA NORTE	-83		-64	-10	-10	-12	-11	24
Tocopilla	TOCOPILLA SUR	-119		-92	-15	-15	-15	-16	34
Calama	VALLE DE CALAMA	-49		-34	-6	-8	-8	-7	9
Taltal	VAQUILLAS	-24		-16	-3	-3	-3	-3	-3
		0		0	0	0	0	0	0
MM\$	VPN	3.592	24%	-12.785	3.964	3.623	3.246	2.813	12.968

Nota: Tasa de descuento 15%

La metodología que se usó para la evaluación del proyecto, consistió en realizar una proyección de los Estados de Resultados de una empresa operando en toda la región. Se aplicó el impuesto anual del 17% y la depreciación de los activos se realizó a 5 años. Con esto se obtuvo el Flujo Neto proyectado de la empresa.

El valor residual de los activos se determinó a valor libro y es 10.642 millones de pesos.

En el Anexo se presentan los resultados de la evaluación económica y un mayor nivel de detalle de las cifras presentadas.

Cabe destacar que las inversiones presentadas en el cuadro contienen los costos asociados a terminales de usuario, los cuales en un esquema de mercado debieran ser abordadas en gran parte por los propios usuarios.

Del conjunto de anteproyectos presentados destacan algunas de las localidades altiplánicas, caletas pesqueras y pequeños asentamientos mineros semiabandonados, que por el escaso dinamismo que presenta la demanda en aquellos lugares y su pequeño tamaño, los ingresos que se obtienen no son suficientes como para lograr una rentabilidad privada superior al 15%. Es posible que de considerarse las externalidades positivas asociadas a estos proyectos puedan revertirse los indicadores de rentabilidad en algunas de estas localidades.

Existe un conjunto de proyectos de elevada rentabilidad, ello se explica básicamente por los bajos niveles de inversión requeridos para su implementación.

Los costos de operación y administración y ventas han considerado las sinergias que se podrían obtener con una operación conjunta, por lo tanto no se contempla que los proyectos menores tengan niveles de gastos suficientes como para sustentar estructuras técnicas y administrativas por sí solos.

7.1.4 Priorización de los Anteproyectos de Conectividad

La priorización de los anteproyectos de conectividad, debe considerar la atención de dos criterios básicos, dar servicio a una mayor cantidad de población, satisfacer las necesidades más urgentes en zonas aisladas.

Considerando criterios de mínimos costos unitarios y máxima cantidad de población atendida, los anteproyectos que debieran priorizarse son los siguientes:

- Las capitales comunales cuyos indicadores resultan negativos, por lo que requieren de subsidio para lograr el equilibrio financiero; Ollagüe y Sierra Gorda. En estos casos el monto requerido para lograr el equilibrio financiero bajo los supuestos considerados en la evaluación es de 80,9 MM\$.

Un segundo grupo de anteproyectos que se recomienda priorizar ya que presentan algún desarrollo demográfico o potencial productivo o turístico y a la vez incluyen algunas de las localidades que son de interés para la región son los siguientes:

- Toconao y Socaire en San Pedro de Atacama.
- Caspana – Toconce y ChiuChiu en Calama.
- Antofagasta Norte y Coloso en Antofagasta.
- Quillagüa en María Elena.

Este grupo de proyectos requeriría de unos 527 MM\$ para lograr el equilibrio financiero.

Por último los proyectos que no reúnen demanda suficiente, de acuerdo a los antecedentes y supuestos considerados en este estudio como para ser considerados como prioridad. Estos proyectos suman en conjunto una necesidad de 656,2 MM\$ para lograr el equilibrio financiero.

8 ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO

A través del trabajo desarrollado en terreno se realizaron numerosas entrevistas y búsqueda de información en los ámbitos público y privado tendiente a determinar las posibilidades de financiamiento para proyectos de conectividad en zonas actualmente carentes de cobertura. En general se detectó gran interés tanto en el sector público y privado especialmente en iniciativas de gran impacto social y comunitario, sin embargo se perciben deficiencias por parte de las autoridades y privados sobre como llevar estas iniciativas a la práctica y además ello se ve agravado por la insuficiencia de recursos humanos capacitados y acreditados para impulsar este tipo de iniciativas.

En este sentido el rol de la Subsecretaría podría jugar un papel activo en cuanto a formar y acreditar (empoderar) capacidades locales para impulsar proyectos de conectividad.

8.1 *Financiamiento Público*

Actualmente existen diversos mecanismos de financiamiento público para proyectos de telecomunicaciones, en estas materias se han desarrollado especialmente soluciones privadas de datos necesarias para las distintas reparticiones del estado. En el ámbito de los servicios públicos telefónicos o de transmisión de datos, la experiencia pública se ha dado en programas al amparo del Fondo de Desarrollo de Telecomunicaciones. Otras iniciativas que se han explorado como el uso de la Ley de Concesiones, no han dado frutos de acuerdo a la experiencia que existe a la fecha.

8.1.1 *Gobierno Central*

Por parte del Gobierno Central, los mecanismos de financiamiento como se ha señalado corresponden esencialmente al Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones, respecto del cual no se ahonda en el presente estudio ya que los Términos de Referencia apuntan a determinar “otras” fuentes de financiamiento alternativas.

8.1.2 Gobiernos Regionales

Los Gobiernos Regionales disponen de los fondos de asignación regional y los FNDR (Fondos Nacionales de Desarrollo Regional) asignados a las regiones por la Subsecretaría de Desarrollo Regional. Las instancias de decisión regional constituyen un elemento potencialmente importante de financiamiento especialmente dado que presentan una mayor sensibilidad respecto de la incidencia que existe entre las deficiencias de los servicios y las prioridades regionales.

8.1.3 Municipios

Los municipios son fuentes de financiamiento para proyectos de telecomunicaciones a pequeña escala. Existen municipios que mantienen sistemas de radio comunicación y radio teléfono. Actualmente se ha visto un gran interés desde municipios por generar áreas o espacios con Internet inalámbrica de acceso público. Casos de Puerto Montt, Salamanca, Andacollo, Ñuñoa y otros. Los municipios de acuerdo a lo analizado tienen disposición a invertir en proyectos de telecomunicaciones siendo la principal carencia la falta de capacidades locales acreditadas.

8.2 Financiamiento Privado

Existe interés del sector privado por financiar servicios de telecomunicaciones. Ello se manifiesta bajo diversas formas a través de la Responsabilidad Social Empresarial de las empresas, las empresas de telecomunicaciones y empresas privadas pequeñas o emprendedores locales.

En general los proyectos de responsabilidad social empresarial tienden a financiar proyectos que tengan impacto positivo en la opinión pública de modo que éstos contribuyan al mejoramiento de la imagen pública de éstas. Entre éstos se cuentan los infocentros, centros de llamados, radioenlaces, etc.

8.2.1 Empresas Privadas en el ámbito de la Responsabilidad Social Empresarial

Existe un gran interés de parte de las grandes empresas privadas por apoyar proyectos de telecomunicaciones como conectividad e infocentros. En tal sentido lo que se requiere es la capacidad de gestión local de emprendedores o de funcionarios municipales acreditados que se dediquen a articular este tipo de proyectos, encadenando el financiamiento, la oferta tecnológica y la demanda para llevar a cabo experiencias exitosas. La Subsecretaría de telecomunicaciones y las Universidades son entes que debieran desarrollar las capacidades locales de modo de aprovechar las posibilidades que se presentan en estas instancias.

8.2.2 Empresas de Telecomunicaciones

Actualmente las empresas de telecomunicaciones tradicionales están explorando fórmulas que les permitan expandir sus zonas de cobertura hacia áreas rurales y/o marginales. Las alternativas inalámbricas constituyen opciones atractivas, sin embargo a la fecha no se ha conseguido el desarrollo de un modelo de negocios que posibiliten aprovechar el know how, las fuentes de financiamiento y las capacidades técnicas de este tipo de empresas. Los elementos señalados son sin duda las principales fortalezas de las empresas de telecomunicaciones para ingresar a estos segmentos de mercado.

8.2.3 Emprendedores

Existen pequeños emprendedores que actualmente proveen de servicios de internet banda ancha con medios inalámbricos y otros. Empresas como Grafcom de la IV región han logrado proveer los servicios y superar no sin dificultades el umbral de rentabilidad para sobrevivir en el mercado. Es posible que otras iniciativas de este tipo puedan surgir en donde existe demanda y escasez de oferta de servicios.

8.3 Financiamiento Internacional

Existen opciones de acceso a financiamiento internacional para proyectos de telecomunicaciones a pequeña escala. La oferta de financiamiento es grande, sin embargo se estima que, en general se carece de los recursos humanos acreditados que permitan generar



los proyectos y obtener las capacidades necesarias para obtener logros en materia de financiamiento.

En particular destaca el logro obtenido por la ONG www.conectandoachile.org, la cual obtuvo financiamiento internacional para el proyecto Conectando a Batuco por parte de WiLAC, con el apoyo de la Fundación EsLaRed, el Network Startup Resource Center de la Universidad de Oregon y el Instituto para la Conectividad en las Américas del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá.

Es posible que la experiencia adquirida permita el surgimiento de otras iniciativas similares.

8.4 Financiamiento Mixto

Sin perjuicio de lo anteriormente señalado, es el financiamiento mixto el que reúne las mayores preferencias de parte de los diversos actores interesados, sin embargo, este tipo de financiamiento requiere de una mayor capacidad de parte de los gestores de manera que se puedan cumplir requisitos, ya de suyos exigentes, en forma simultánea. La capacidad de articular de los diversos actores constituye una característica relevante necesaria de parte de los gestores. Quizás ésta sea la mayor restricción objetiva para el desarrollo de este tipo de iniciativas.

9 CONCLUSIONES

A continuación se exponen las principales conclusiones del estado de avance actual del estudio “Anteproyectos Conectividad, Expansión de Redes y Servicios para la II Región”.

1. Analizadas las características de población, vivienda, económicas y estructurales de la región es posible determinar que esta región posee características muy especiales no encontradas en otra parte del país. La población se encuentra concentrada en los grandes centros urbanos de Antofagasta y Calama, ciudades vinculadas en su esencia a la prestación de servicios asociados con las actividades mineras, principal motor económico de la región y de tránsito de insumos para la región producto de las características portuarias de la capital de la región. La baja dispersión de la población dentro del territorio regional y las grandes distancias existentes entre las diferentes localidades han tendido a mantener zonas aisladas en términos de conectividad.
2. Comparativamente a nivel nacional, la II Región presenta un bajísimo índice de ruralidad, sólo alcanza el 6% de la población regional, y responde básicamente a las situaciones descritas anteriormente y a la permanencia de pequeños poblados andinos, principalmente de origen atacameño, que se han constituido en atractivos sitios turísticos por su arqueología, cultura, paisajes particulares e hitos religiosos. Esta situación histórica y la propia economía agrícola-ganadera de subsistencia de los habitantes originarios ha favorecido el resurgimiento de localidades andinas con potenciales de desarrollo turístico interesantes de destacar.
3. Otro aspecto destacable de la región se refiere a la actividad costera vinculada a la extracción de recursos del mar por medio de los pescadores artesanales y los buzos mariscadores organizados en decenas de caletas pesqueras extendidas en la totalidad de la costa de la región. Este aspecto, al igual que el atractivo turístico emergente de la costa, representa un elemento destacable en el futuro desarrollo económico de la región y foco de actividad laboral permanente para sus habitantes.
4. En términos del modelo empleado por el consultor se han realizado proyecciones de la demanda por conectividad para las conexiones de Internet. Se vislumbran demandas importantes en puntos de baja penetración en la actualidad. En términos de información se ha incorporado las conexiones a marzo 2006 publicadas por Subtel.

5. En la identificación de la oferta por servicios de telecomunicaciones, se ha mostrado la información disponible a la fecha proporcionada principalmente por ENTEL, SUBTEL, TELEFÓNICA y TELMEX.

6. Otro hecho relevante del presente informe corresponde a las actividades de terreno realizadas en las visitas las autoridades regionales, municipios, localidades particulares y instituciones privadas vinculadas a las actividades económicas principales. Además, se han establecido vínculos y canales de comunicaciones permanente con la Mesa de Tecnologías y Comunicación Regional, coordinada por el encargado de Subtel en la región, Sr. Oscar Barraza. Esta situación ha permitido al consultor identificar las necesidades específicas de las comunas, detectar las acciones emprendidas y proyectos relacionados con la conectividad que se realizan a nivel local, regional y nacional. En particular, en esta región se observa que existe un involucramiento cada vez más importante de las autoridades municipales en el desarrollo de sus habitantes y de las actividades sociales, culturales y económicas emprendidas por ellos. Ejemplo de ello, es el plan Macro Ciudad impulsado por el municipio de Antofagasta, o las iniciativas privadas del CyberTren en la misma comuna.

7. Del material analizado es posible consignar que existen necesidades puntuales en términos de demanda de conectividad relacionadas con:
 - a. Caletas pesqueras de la costa de la región.
 - b. Necesidad de aumento de capacidad de conectividad para San Pedro de Atacama.
 - c. Conectividad o mejoramiento de las condiciones de conectividad de los pueblos interiores de las comunas de Calama y San Pedro de Atacama.
 - d. Aislamiento de la comunidad de Quillagua en la comuna de Tocopilla.
 - e. Caso particular del avance en conectividad y penetración de uso de computadores en la comuna de Ollagüe, lo cual no ha ido acompañado con el desarrollo armónico de la población.

8. En cuanto a las proyecciones de demanda, de acuerdo a la metodología aplicada se utilizó un modelo que toma como parámetros el número de hogares, el ingreso de éstos, el precio del servicio básico y la elasticidad precio de la demanda. Se utilizó un valor único de elasticidad precio en circunstancias que es un valor que debiera variar reflejando las características propias de cada región. En ese sentido el Consultor considera necesario efectuar estudios específicos respecto de esta materia que le den una mayor validez a los supuestos utilizados.

9. Se aprecia que existe disposición de las autoridades regionales a invertir en infraestructura. En este sentido, el financiamiento no es el principal problema que restringe el desarrollo de la infraestructura para reducir la brecha digital sino que otras variables como las regulatorias, de organización industrial, falta de capacidades locales para preparar y presentar proyectos, etc. Estas alternativas debieran explorarse de modo de que exista participación de la población local en la construcción y operación de las soluciones y no sólo quedar sujetos a los planes de negocios de las compañías de telecomunicaciones tradicionales.
10. Con respecto a las inversiones, el principal costo corresponde a la distribución del servicio. Particularmente las ciudades de Antofagasta y Calama concentran un gran volumen de demanda ya que contienen una alta proporción de la población regional. Las capitales comunales también representan montos relevantes de inversión.
11. De la evaluación económica se infiere que una gran parte de los ingresos proviene de Antofagasta y Calama (incluyendo Chuquicamata), es decir unos 30.761 MM\$ en valor presente. El resto de los ingresos alcanza a 4.327 MM\$ en valor presente, es decir una proporción menor.
12. En términos de rentabilidad, el conjunto aparece como rentable impulsado fuertemente por la presencia de los proyectos de Antofagasta y Calama con una TIR del 28%, que distorsionan el resultado y no permiten apreciar el comportamiento económico de los proyectos menores. Otros proyectos rentables corresponden a aquellos que incluyen a las cabeceras comunales, algunos de los cuales concentran niveles de demanda atractivos en relación a las inversiones requeridas.
13. El transporte de señal está resuelto por la oferta existente en cuanto a capacidad ya que la fibra óptica existente alcanza a casi todas las ciudades importantes de la región siendo el principal problema actual la distribución de la señal, tal como se ve reflejado en los montos de inversión.
14. La localidad de San Pedro de Atacama y su área circundante podría ser considerada como potencialmente abordable para un proyecto de fibra óptica, sin embargo ello incrementaría en unos 250 MUSD el nivel de inversiones si se considera un costo medio de 3.000 USD por kilómetro y unos 95 km. hasta Calama.

15. En cuanto a la priorización de los proyectos, se han privilegiado las necesidades existentes a nivel comunal identificándose como las principales necesidades las que tienen los municipios, en particular las relativas al municipio propiamente tal, las escuelas y otros servicios públicos. Por otra parte se advierten deficiencias graves en sectores de alta competitividad como en el sector agroindustrial u otros con potencial de desarrollo turístico.

16. Por último, cabe destacar que se ha detectado que existe una gran asimetría de información en el mercado de las telecomunicaciones a nivel rural, lo cual repercute en la cantidad y calidad de los servicios efectivamente ofertados y demandados. Por este motivo, se hace necesario invertir los recursos necesarios en gestión de modo de acercar la oferta y la demanda previo a entregar subsidios para la extensión de redes.



10 ANEXOS