



SNI

Sistema Nacional de Inversiones

METODOLOGÍA PARA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

Documento elaborado por la **División de Evaluación Social de Inversiones**

Junio, 2026





CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	ANTECEDENTES GENERALES.....	3
2.1	Antecedentes institucionales del sector de comunicaciones.....	3
2.2	Antecedentes técnicos asociados a las redes de telecomunicaciones.....	5
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	10
3.1	Tipos de Análisis.....	10
3.2	Clasificación de proyectos para esta metodología.....	11
3.3	Tipos de procesos en los proyectos.....	13
3.4	Separabilidad de los proyectos.....	14
4	FORMULACIÓN DEL PROYECTO.....	16
4.1	Identificación del problema.....	16
4.2	Diagnóstico de la Situación Actual.....	17
4.3	Demanda actual y proyectada.....	22
4.4	Oferta actual y proyectada.....	24
4.5	Balance Oferta-Demanda.....	26
4.6	Definición de alternativas.....	27
5	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....	38
5.1	Identificación de los beneficios.....	38
5.2	Identificación de los costos.....	43
5.3	Construcción de los flujos netos.....	45
5.4	Cálculo de los indicadores y criterios de decisión.....	48
5.5	Análisis de sensibilidad.....	53
5.6	Selección y presentación de la alternativa.....	53
5.7	Subsidio de Proyectos.....	53
6	GLOSARIO.....	55





1 INTRODUCCIÓN

La presente metodología tiene como propósito entregar un marco conceptual ordenado respecto a la preparación, evaluación y presentación de proyectos de Telecomunicaciones al Sistema Nacional de Inversiones de Chile (SNI), el que puede incluir proyectos de servicios intermedios, servicio público, radiodifusión y servicios limitados. Las tecnologías de transmisión a las cuales aplica la presente metodología son aquellas que requieran el uso del espectro radioeléctrico u óptico, a través de tecnologías inalámbricas o de cableado, para la transmisión de datos o señales.

El **alcance** de la presente metodología corresponde a los procesos de construcción, ampliación, reposición, mejoramiento y normalización de iniciativas de inversión presentados por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), así como cualquier otra iniciativa que solicite financiamiento público, presentada por Gobiernos Regionales, Municipalidades u otros, para dotar de oferta de uno o más servicios de telecomunicaciones en zonas que experimenten algún tipo o grado de brecha digital en términos de cobertura (según tipo de servicio de telecomunicaciones) o de calidad, esto es, en zonas o sectores que no cuenten con cobertura de uno o más tipo de servicios de telecomunicaciones, o bien que la calidad con la que los servicios de telecomunicaciones son ofertados resulte deficiente para los requerimientos de sus usuarios¹.

El presente documento se estructura en 5 secciones. La primera y segunda presenta antecedentes generales del sector Telecomunicaciones y de los servicios que provee. La tercera entrega los aspectos metodológicos que deberán ser aplicados en la formulación y evaluación de las iniciativas de inversión y define el tipo de análisis que se deberá utilizar. La sección 4 indica los elementos que se deberán considerar para la formulación, mientras que, por último, la sección 5 aborda los aspectos técnicos de la evaluación social de las alternativas de solución.

¹ Entiéndase en adelante por usuarios a personas naturales, empresas, instituciones, entre otros.



2 ANTECEDENTES GENERALES

Dentro del Sistema Nacional de Inversiones (SNI), el sector Comunicaciones ha predominado con proyectos relativos a los sistemas de Tecnología de Información y Comunicaciones (en adelante TIC), centrados principalmente en la presentación de proyectos de informática.

Con el desarrollo sectorial, las TIC comenzaron a formar parte de los requerimientos y estándar propio de otros tipos de proyectos, reduciéndose el número de iniciativas puras de este tipo presentadas a evaluación social y comenzando a ser incorporadas en el diseño propio del proyecto o como parte del mejoramiento del mismo.

De este escenario en continuo desarrollo es que surgen iniciativas, cuyo objetivo es disminuir la brecha digital, aumentando así el acceso a los servicios de telecomunicaciones en localidades sin conexión a internet o telefonía, o con cobertura deficiente debido a la escasa oferta privada u otros factores relacionados con la oferta y la demanda. Esto se ha observado en mayor medida en las zonas extremas, rurales y en sectores de bajos ingresos.

2.1 ANTECEDENTES INSTITUCIONALES DEL SECTOR DE COMUNICACIONES

El sector de telecomunicaciones se rige por la Ley N°18.168, General de Telecomunicaciones. Ésta define telecomunicación como *“toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos e informaciones de cualquier naturaleza, por línea física, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos”*. Según la ley, los servicios de telecomunicaciones se clasifican y autorizan de la siguiente forma:

- a) Servicios de telecomunicaciones de libre recepción o de radiodifusión: Sus transmisiones están destinadas a la recepción libre y directa por el público en general. Estos servicios comprenden emisiones sonoras, de televisión o de otro género. Sus concesiones se otorgarán por concurso público.
- b) Servicios públicos de telecomunicaciones: Están destinados a satisfacer las necesidades de telecomunicaciones de la comunidad en general. Estos deberán estar diseñados para interconectarse con otros servicios públicos de telecomunicaciones. Se requerirán concesiones otorgadas por decreto supremo para la instalación, operación y explotación de este tipo de servicio.
- c) Servicios limitados de telecomunicaciones: Su objeto es satisfacer necesidades específicas de telecomunicaciones de determinadas empresas, entidades o personas previamente convenidas con éstas. Estos servicios pueden comprender los mismos tipos de emisiones mencionadas en la letra a) y su prestación no podrá dar acceso a tráfico desde o hacia los usuarios de las redes públicas de telecomunicaciones. Para su instalación, operación y





explotación, requerirán de permiso otorgado por resolución exenta de la Subsecretaría de Telecomunicaciones. Sin embargo, no requerirán de permiso los servicios limitados cuyas transmisiones no excedan el inmueble de su instalación o utilicen solo instalaciones y redes autorizadas de concesionarios de servicios intermedios para exceder dicho ámbito.

No obstante, en el caso de que el permisionario de este tipo de servicios sea una comunidad de telecomunicaciones, constituida en conformidad con lo dispuesto en el artículo 24 B de la ley, se permitirá que las mismas presten sus servicios directamente a sus usuarios finales, sólo para el caso de la provisión de acceso a Internet.

- d) Servicios de aficionados a las radiocomunicaciones: Su finalidad es la intercomunicación radial y la experimentación técnica y científica, llevadas a cabo a título personal y sin fines de lucro. Serán autorizados por licencia expedida por la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

- e) Servicios intermedios de telecomunicaciones: constituidos por los servicios prestados por terceros, a través de instalaciones y redes destinados a satisfacer las necesidades de los concesionarios o permisionarios de telecomunicaciones, o a prestar servicio telefónico de larga distancia internacional a la comunidad. Se requerirán concesiones otorgadas por decreto supremo para la instalación, operación y explotación de este tipo de servicio.

2.1.1 Subsecretaría de Telecomunicaciones²

La Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) es un organismo público, creado al amparo del DFL N°1.762 del año 1977, dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Su trabajo se orienta a coordinar, promover, fomentar y desarrollar las telecomunicaciones en Chile, transformando este sector en uno de los motores para el desarrollo económico y social del país.

Las funciones de la Subsecretaría de Telecomunicaciones son variadas. Entre ellas, destacan: proponer las políticas de telecomunicaciones; participar en la planificación nacional y regional de desarrollo de las telecomunicaciones; velar por el cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas técnicas y demás disposiciones internas, así como también por los tratados, convenios y acuerdos internacionales sobre telecomunicaciones vigentes en Chile y de las políticas nacionales de telecomunicaciones aprobadas para el país; administrar y controlar el espectro radioeléctrico; entre otras.

Su misión es reducir la brecha digital para mejorar la calidad de vida de los habitantes de todas las regiones del país, dando acceso y conectividad en forma equitativa, inclusiva, con perspectiva de género y sin discriminación a los servicios de telecomunicaciones, en particular a quienes viven en sectores aislados, excluidos y vulnerables; desarrollando un rol protagónico del Estado, participando e incentivando la oferta de servicios y la incorporación de nuevas tecnologías,

² Definiciones y otros aportes obtenidos del sitio web oficial de Subtel: www.subtel.cl





regulando el correcto funcionamiento de la industria y fiscalizando activamente la calidad de los servicios, protegiendo los derechos de las personas.

2.1.2 Fondo de Desarrollo de Telecomunicaciones³

En el contexto de promoción y fomento del desarrollo de la industria y servicios de telecomunicaciones en el país, a partir de la modificación y promulgación del Título IV de la Ley General de Telecomunicaciones N°18.168, modificada por la Ley N°20.522, se crea el Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FDT); el cual se inserta dentro de la estructura organizacional de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, a través de la División Gerencia del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (GFDT).

El FDT es un instrumento de fomento que tiene por objeto promover el aumento de la cobertura y el acceso a usuarios finales de los servicios de telecomunicaciones preferentemente en áreas rurales o urbanas de bajos ingresos, con baja o nula disponibilidad de estos servicios debido a su bajo atractivo –en términos de rentabilidad económica privada– de ser atendidas por parte de la industria de telecomunicaciones.

Sus acciones se enmarcan en aumentar la inclusión y cohesión tanto geográfica como social, tendiente a posibilitar que aquellos ciudadanos que se encuentren aislados, por condiciones geográficas o tecnológicas, accedan a estos servicios de telecomunicaciones en las mismas condiciones de precio y calidad que otras ciudades, contribuyendo a la disminución de la brecha digital.

El FDT adjudica proyectos mediante concursos públicos a las empresas e instituciones, que satisfacen las condiciones y obligaciones para con la comunidad y el Estado, de los servicios detallados en las bases de dichos concursos. Este programa se genera con base en solicitudes presentadas por concesionarias de servicios de telecomunicaciones, autoridades regionales o provinciales, municipalidades, universidades, organismos no gubernamentales, juntas de vecinos o terceros. Asimismo, el FDT está constituido por los aportes que se le asignen anualmente en la Ley de Presupuestos del Sector Público, sin perjuicio de que puede recibir otros aportes, tales como las transferencias de recursos para financiar proyectos de telecomunicaciones por parte de los Gobiernos Regionales, Ministerios u otras instituciones.

2.2 ANTECEDENTES TÉCNICOS ASOCIADOS A LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

La prestación de los servicios de telecomunicaciones a los usuarios finales depende de un conjunto de redes de telecomunicaciones que conforman la cadena de suministro para la oferta del mercado de las telecomunicaciones. Para efectos de facilitar su comprensión, dicha cadena puede ser jerarquizada en tres niveles, denominados "Conectividad internacional", "*Backbone*" y redes de

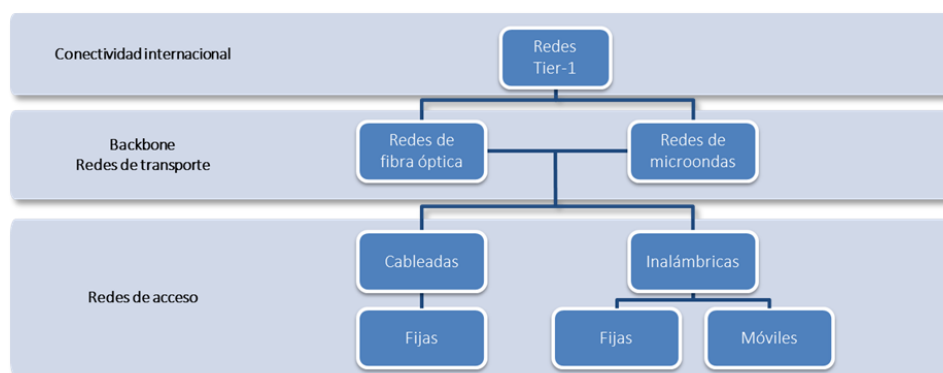
³ Definición obtenida del sitio web oficial de Subtel.



transporte”, y “Redes de acceso”, tal como se presenta en la Figura 3, siendo las redes que los integran operadas y explotadas por distintos concesionarios o permisionarios de servicios de telecomunicaciones.

Así, las redes de telecomunicaciones asociadas a cada nivel jerárquico de la cadena de suministro de la oferta del mercado de telecomunicaciones conforman la plataforma que permite la prestación de servicios de telecomunicaciones a los usuarios finales, siendo precisamente estos servicios los que generan valor tanto para los operadores de las redes como para quienes la utilicen.

Ilustración 1. Diagrama simplificado de la cadena de suministro para la oferta del mercado de telecomunicaciones



Fuente: Elaboración propia basado en Kelly y Rossotto, 2012.

Conectividad internacional

Las redes de telecomunicaciones que permiten la conectividad internacional corresponden principalmente a redes de fibra óptica (submarinas o terrestres, internacionales), o bien redes satelitales, que posibilitan que las redes nacionales de los operadores de telecomunicaciones se puedan interconectar con Internet u otras redes de telecomunicaciones (telefónica, por ejemplo). Los operadores de las redes de conectividad internacional ofertan servicios mayoristas a otros operadores de telecomunicaciones o a empresas o entidades que contratan directamente servicios de transporte de datos internacionales.

Estas redes son autorizadas por medio de concesiones de servicio intermedio de telecomunicaciones o de servicio intermedio de telecomunicaciones que únicamente provea infraestructura física para telecomunicaciones, según corresponda a la autorización que sea solicitada por el propietario y/u operador de estas redes de conectividad internacional.

Backbone y redes de agregación



Las redes de agregación y el backbone nacional son las redes que permiten que el tráfico generado por quienes utilicen los servicios de telecomunicaciones llegue a su destino y, por lo tanto, se produzca una comunicación efectiva. El backbone nacional corresponde a la red de fibra óptica (de alta capacidad) que sustenta las comunicaciones de un país y es la red a la que confluyen todos los tráficos transportados por las redes de agregación, que tienen por finalidad interconectar las redes de acceso con el backbone nacional, pudiendo ser implementadas ya sea por medio de redes de fibra óptica o por enlaces microondas o satelitales. Los operadores de las redes backbone y de agregación ofertan servicios mayoristas a otros operadores de telecomunicaciones o a empresas o entidades que les contratan directamente servicios de transporte de datos a nivel nacional.

Estas redes backbone y de agregación son autorizadas, en general, por medio de concesiones de servicio intermedio de telecomunicaciones o de servicio intermedio de telecomunicaciones que únicamente provea infraestructura física para telecomunicaciones, según corresponda a la autorización que sea solicitada por el propietario y/u operador de estas redes de conectividad internacional.

Redes de acceso

Las redes de acceso, también denominadas de última milla, corresponden a aquella infraestructura y sistemas que permiten que los usuarios finales (suscriptores) puedan conectarse a un proveedor de servicios y acceder a servicios de telecomunicaciones. Estas redes de acceso se interconectan con las redes de agregación y el backbone nacional, a fin de transportar el tráfico generado por los usuarios a su destino final.

Las redes de acceso se pueden clasificar de acuerdo con el medio de transmisión que se utilice, que básicamente corresponden al acceso inalámbrico (fijo o móvil) o al acceso cableado (ver Ilustración 2), sobre las cuales se pueden implementar diversas tecnologías que posibilitan la prestación efectiva de servicios de telecomunicaciones a usuarios finales. Dentro de las redes fijas cableadas se encuentran aquellas implementadas con medios físicos de transmisión tales como pares de cobre, cable coaxial, fibra óptica o sus combinaciones (HFC), con las cuales, haciendo uso de diversas tecnologías (tales como xDSL, DOCSIS o FTTx/xPON, entre otras), es posible proveer oferta de servicios de acceso a Internet, de telefonía fija y/o de televisión por cable; mientras que las redes fijas inalámbricas son aquellas implementadas por medio del espectro radioeléctrico como medio de transmisión haciendo uso de tecnologías tales como WiFi, WiMAX, Televisión Digital, modulación por frecuencia o enlaces satelitales, posibilitan la provisión de oferta de servicios de acceso a Internet, telefonía fija, televisión abierta o de pago, radiodifusión sonora o televisión satelital, entre otros. Por su parte, las redes de acceso inalámbricas móviles son aquellas que también hacen uso del espectro radioeléctrico como medio de transmisión, pero que





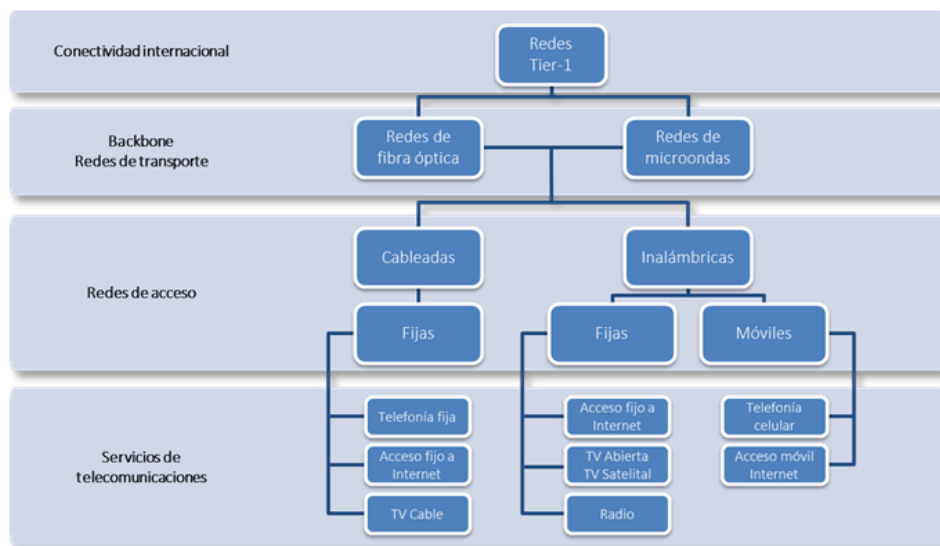
implementan tecnologías tales como 2G, 3G, 4G o 5G que permiten que la movilidad total de quienes las utilicen.

Las redes de acceso, dependiendo del tipo de servicio que pueda ofertar y de conformidad con el régimen concesional vigente en la Ley N° 18.168, General de Telecomunicaciones, se autorizan por medio de distintos tipos de concesiones o de permisos de servicios de telecomunicaciones, independiente del medio de transmisión que sea utilizado para tales efectos, según se indica a continuación:

- Redes de acceso con la que se proveen servicios de telecomunicaciones de acceso a Internet o de telefonía (cableadas e inalámbricas, fijas o móviles) se autorizan por medio de concesiones de servicio público.
- Redes de acceso con las que se proveen servicios de televisión de pago (ya sea por cable o por satélite) se autorizan por medio de permisos de servicios limitados de telecomunicaciones.
- Redes de acceso con las que se proveen servicios de televisión digital abierta se autorizan por medio de concesiones de radiodifusión televisiva digital de libre recepción. Cabe señalar que este tipo de concesiones son otorgadas por el Consejo Nacional de Televisión (CNTV).
- Redes de acceso con las que se proveen servicios de radiodifusión sonora se autorizan por medio de concesiones de radiodifusión sonora de libre recepción de amplitud modulada, frecuencia modulada o para radioemisoras comunitarias ciudadanas, según corresponda al tipo de radio en cuestión.



Ilustración 2. Diagrama simplificado de la cadena de suministro para la oferta de servicios de telecomunicaciones.



Fuente: Elaboración propia, basado en (Kelly y Rossotto, 2012).



3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPOS DE ANÁLISIS

La Evaluación Social de Proyectos permite determinar en qué medida una iniciativa de inversión tendrá un efecto sobre la sociedad en su conjunto, en términos económicos, de bienestar y de disponibilidad de los recursos. Para ello, el Sistema Nacional de Inversiones utiliza los tipos de análisis Costo Beneficio y Costo Eficiencia.

Los beneficios sociales en los proyectos vienen de dos fuentes: liberación de recursos y aumentos en consumo debido a mayor disponibilidad del bien o servicio. En el caso de los proyectos de Telecomunicaciones abordados en esta metodología, la liberación de recursos se representa si, por ejemplo, ya no es necesario incurrir en un costo de traslado (costo de viaje y de uso de recursos físicos como gasolina para el auto) para poder realizar un trámite en alguna institución, ya que puede ser realizado desde el hogar mediante una conexión a internet. Por lo tanto, al no incurrir en esos gastos de recursos, virtualmente se “liberan”. Por otro lado, un beneficio por aumento en consumo responde directamente a que, al tener acceso a servicios de telecomunicaciones, la población puede acceder a un mayor y más diverso consumo de servicios, aumentando de esta manera sus niveles de satisfacción y otorgándole a ello un valor intrínseco.

Sin perjuicio de que es posible identificar beneficios sociales concretos en los proyectos de telecomunicaciones, su cuantificación y valoración social puede llegar a ser compleja; por ejemplo, los ahorros en consumo de recursos por no tener que desplazarse a realizar un trámite de manera presencial requiere realizar un levantamiento representativo - a nivel territorial - de las actividades de las personas, de un modo diferente al que se realizan las encuestas de movilidad que soportan los modelos de transporte (las que no identifican el detalle de las actividades que generan desplazamientos, más allá de consignar el propósito), con el fin de identificar cuáles de dichas actividades que generan desplazamientos corresponden a trámites que pudieran ser realizados de manera virtual en caso de disponer del servicio, complejizando aún más la estimación de tales beneficios.

Por otro lado, si bien es posible comprobar el aumento en los niveles de satisfacción de las personas al proveerse servicios de telecomunicaciones (por ejemplo, mediante encuestas de satisfacción a los beneficiarios), existen dificultades para cuantificar y valorar socialmente dichas satisfacciones personales de manera ex - ante.

Respecto a los tipos de análisis, el Costo-Eficiencia se utiliza cuando es posible identificar los beneficios atribuibles al proyecto, pero existe una imposibilidad práctica para cuantificarlos y/o valorarlos, con el requerimiento de que la sociedad haya determinado (por medio de una obligatoriedad expresa o porque el bien o servicio en cuestión es una necesidad básica) que es deseable y necesario que ciertos grupos perciban estos beneficios; por lo tanto, se considera de manera implícita que las alternativas de solución analizadas tienen beneficios sociales esperados equivalentes. Al asumirse beneficios similares, se coloca el foco en una completa identificación,





cuantificación y valoración de los costos asociados al proyecto; construyendo posteriormente el flujo y los indicadores económicos con criterios de decisión, como lo son el Valor Actual de los Costos (VAC) y el Costo Anual Equivalente (CAE), por unidad de beneficio (flujo de consumo de un bien o servicio).

Por otro lado, el análisis Costo-Beneficio se utiliza cuando es posible identificar, medir y valorizar los beneficios atribuibles al proyecto. Los flujos se construyen con los costos y los beneficios sociales, otorgando los indicadores de Costo-Beneficio como el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Anual Equivalente (VAE).

En el caso de la presente metodología, se utilizarán ambos tipos de análisis dependiendo de la clasificación de los proyectos.

3.2 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS PARA ESTA METODOLOGÍA

Para efectos del análisis utilizado en esta metodología, los siguientes tipos proyectos serán evaluados por medio de un análisis **costo beneficio**:

1. Servicio Intermedio de Infraestructura para Telecomunicaciones

Los proyectos de Servicios Intermedios de Infraestructura para Telecomunicaciones son aquellos que se implementan al alero de una concesión de servicio intermedio de telecomunicaciones que únicamente provea infraestructura física para telecomunicaciones y tienen por objeto la instalación, operación y explotación de infraestructura física para telecomunicaciones en el ámbito de las redes de acceso y/o de las redes de agregación. Dicha infraestructura física para telecomunicaciones debe ser entendida como los tendidos de cable de fibra óptica, nodos y demás elementos requeridos para la construcción de dichos tendidos, o bien como torres soporte de antenas, para la cual se contempla el uso compartido por distintos operadores de servicios de telecomunicaciones (concesionarios o permisionarios) a través de la provisión de una oferta de servicios de infraestructura, que tendrá como principio básico el acceso abierto y no discriminatorio a la misma.

Este tipo de proyectos tiene por resultado esperado que, por medio del arrendamiento de la infraestructura física para telecomunicaciones desplegada, se propicie la mejora de los servicios de telecomunicaciones ofertados a usuarios finales y/o el aumento de la cobertura de los mismos por parte de los operadores que contraten el servicio de infraestructura.

Ahora bien, dependiendo del tipo de infraestructura física para telecomunicaciones que se quiera desplegar, se diferencian los proyectos que tienen por objeto la provisión del servicio de infraestructura óptica (despliegue de tendidos de fibra óptica en las redes de acceso o en las redes





de agregación) de aquellos que tienen por objeto la provisión de un servicio de infraestructura de torres soporte de antenas (instalación de torres para la implementación de redes de acceso, enlaces backhaul y/o redes de agregación inalámbricas por parte de operadores de servicios de telecomunicaciones autorizados para tales fines), sin perjuicio de que ambos persiguen la misma finalidad en términos de propiciar la compartición de la infraestructura física para telecomunicaciones, por medio del ofrecimiento de prestaciones tales como arrendamiento de fibra oscura, de longitudes de onda o de espacio para el alojamiento de sistemas radiantes en torre, según corresponda al tipo de servicio de infraestructura, además de housing, suministro de energía y obras civiles.

Por otro lado, se evaluará por medio de análisis costo eficiencia:

2. Servicio Intermedio de Telecomunicaciones

Los proyectos de Servicio Intermedio de Telecomunicaciones son aquellos que se implementan al alero de una concesión de servicio intermedio de telecomunicaciones y tienen por objeto la instalación, operación y explotación de redes de transmisión de telecomunicaciones (activas), pudiendo estas ser implementadas a través de medios cableados (fibra óptica) o inalámbricos fijos (redes microondas o satelitales) y con nodos que utilicen una o más tecnologías de transmisión, posibilitando el acceso por parte de operadores de servicios de telecomunicaciones u otro tipo de clientes empresariales o institucionales, a las prestaciones de la oferta de servicio intermedio, que, en términos generales, se asocian a una porción del total de capacidad de enlace disponible, medida en bit por segundo (Mbps, Gbps, etc.), housing, suministro de energía eléctrica y obras civiles, propiciando la compartición de la red de telecomunicaciones desplegada.

Al igual que en el caso de los Servicios Intermedios de Infraestructura para telecomunicaciones, este tipo de proyectos tiene por resultado esperado que, por medio del arrendamiento de parte de la capacidad de los enlaces de transporte implementada, se propicie la mejora de los servicios de telecomunicaciones ofertados a usuarios finales y/o el aumento de la cobertura de los mismos por parte de los operadores que contraten el servicio de infraestructura.

3. Proyectos de Servicio de Acceso a Internet Fijo

Los proyectos de Servicio de Acceso a Internet fijo son aquellos que se desarrollan al alero de una concesión de servicio público de telecomunicaciones y tienen por objeto implementar redes de acceso de telecomunicaciones y sus correspondientes enlaces backhaul (cableados o inalámbricos), utilizando medios cableados (por ejemplo, redes FTTx, que implementen tecnología xPON) o inalámbricos (por ejemplo, redes WiFi o enlaces microondas punto a punto o punto a multipunto) para efectos de proveer de oferta de dicho tipo del servicio de acceso a Internet banda





ancha directamente a la población, o bien para proveer el acceso a dicho servicio a la ciudadanía o entidades seleccionadas, pudiendo ser este exento de pago.

4. Proyectos de Servicios Móviles

Los proyectos de Servicios Móviles se desarrollan al alero de una concesión de servicio público de telecomunicaciones y tienen por objeto la implementación de redes de acceso de telecomunicaciones que utilicen tecnologías inalámbricas móviles, tales como 4G o superior, y sus correspondientes enlaces backhaul (cableados o inalámbricos), para efectos de proveer de los servicios de telefonía móvil y acceso a Internet móvil directamente a la ciudadanía.

5. Proyectos de Televisión Digital

Los proyectos de Televisión Digital son aquellos que se implementan al alero de una concesión de radiodifusión televisiva digital de libre recepción y tienen por objeto apoyar la migración análogo-digital de canales de televisión de carácter regional o local, o bien propiciar la generación de nuevos canales de televisión de carácter local comunitario, ajustándose a la regulación vigente para la radiodifusión televisiva digital de libre recepción.

6. Proyectos de Radiodifusión Sonora

Los proyectos de Radiodifusión son aquellos que se implementan al alero de una concesión de radiodifusión sonora de libre recepción y tienen por objeto apoyar la operación de radios comunitarias ciudadanas, por medio de la renovación de equipamiento e infraestructura que aseguren una óptima transmisión para dar cumplimiento a los fines informativos, comunitarios, sociales o culturales.

3.3 TIPOS DE PROCESOS EN LOS PROYECTOS

Se denomina **proceso** de una iniciativa de inversión a la acción que caracteriza su naturaleza de intervención, según se trate de un proyecto, programa o estudio básico, lo que indica de qué manera se buscará solucionar el problema que origina dicha iniciativa. Los procesos vigentes en el SNI aplicables a los proyectos del sector Comunicaciones son los siguientes:

Ampliación: Acción que tiene por objetivo aumentar la capacidad de servicio, sin modificación de lo existente. Principalmente está determinado por aumentos de la demanda.

Construcción: Acción que corresponde a la materialización de un servicio que no existe a la fecha. Considera cubrir una nueva área de influencia o población objetivo, como también aumentar la cobertura.





Mejoramiento: Acción que tiene como objetivo aumentar la calidad de un servicio existente. Puede implicar ampliación de la oferta por aumento de disponibilidades. Por ejemplo, incorporar cobertura en una zona existente o reemplazar el sistema de iluminación existente por otro de mayor eficiencia o calidad.

Normalización: Modificación de un bien o servicio existente con la finalidad de adecuarlo a ciertas normas predeterminadas. Implica la adopción de estándares. Por ejemplo, cumplimiento de certificación energética y otros.

Reposición: Implica la renovación parcial o total de un servicio ya existente, con o sin cambio de la capacidad, calidad y/o lugar del mismo. Por ejemplo, volver a construir, total o parcialmente, un proyecto de Servicio de Acceso a Internet, que por término de su vida útil de los equipos utilizados o por obsolescencia tecnológica, se encuentra en un estado que limita su capacidad operativa.

Conservación: Acción tendiente a mantener los estándares que corresponden a un funcionamiento predeterminado.

3.4 SEPARABILIDAD DE LOS PROYECTOS

En aquellos proyectos en los que se considere simultáneamente más de una instalación o servicio y las demandas de éstas sean diferentes y no transpuestas, deberán separarse los análisis de oferta, demanda y brecha, así como la evaluación, de manera que se demuestre la conveniencia de cada una por sí sola, evitando incurrir en sobreinversiones, duplicidad de beneficios, o atribución de estos a proyectos que no les correspondan⁴.

En consecuencia, para el análisis de proyectos separables, con demandas asociadas distintas y evaluadas mediante costo-eficiencia, se deberá calcular por separado el indicador CAE, CAE/beneficiario, Ratio Costo – Eficiencia (VAC/beneficiario) o VAC de cada iniciativa, según corresponda.

Cabe destacar que la caracterización de la población objetivo (que genera la demanda que será cubierta) puede no ser única, por ejemplo, variando en localizaciones (rural y urbana). Sin embargo, si el proyecto resuelve el mismo tipo de problema, entonces deberá considerarse como una sola demanda, y por lo tanto no corresponde separar los proyectos.

A modo de ejemplo, respecto de la instalación de un equipo que permita la transmisión de datos y voz conjuntamente, se debe analizar la brecha de demanda que se pretende resolver. Si efectivamente la demanda es por los servicios de voz y datos conjuntos, entonces la fuente de la demanda es la misma, la instalación del equipo única y el proyecto uno solo. Por otro lado, en el caso hipotético que una parte de la demanda sea conjunta (voz y datos) y exista otra demanda que sea por otro servicio distinto (por ejemplo, voz), entonces sí correspondería separar los proyectos,

⁴ En principio, proyectos separables corresponderán a distintas iniciativas, a menos que hayan elementos fundados acordes a las NIP, normativas y correcta evaluación de proyectos.





para que así resuelvan las distintas necesidades. Sin embargo, si con un equipo se pueden resolver todas las brechas existentes, entonces es un solo proyecto y no corresponde separarlos, pero sí definir las distintas demandas que está atendiendo.

De lo anterior, se concluye que la separabilidad de los proyectos está estrechamente relacionada con las características de la demanda que atienden, y no con los distintos componentes físicos de infraestructura que se requieren implementar para el correcto funcionamiento de la iniciativa de inversión. Por ejemplo, si es necesario la instalación de una fuente de alimentación de energía que provea exclusivamente al proyecto, no correspondería analizarla por separado, ya que es un componente estructural del proyecto en el entendido de que, sin la fuente de energía, sería imposible que el proyecto provea algún servicio. Sin embargo, si con la fuente de energía se quiere también suplir a una demanda por energía, entonces es otro proyecto por separado.





4 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

La etapa de formulación o preparación tiene por objetivo la recopilación y análisis de los antecedentes e información que permitan justificar la ejecución del proyecto. En esta etapa deberán abordarse tres aspectos: identificación del problema, diagnóstico de la situación actual y proyectada e identificación y caracterización de alternativas de solución.

En la sección siguiente, se plantean los principales aspectos para la correcta identificación del problema y su posterior desarrollo. En la formulación también se podrá utilizar técnicas distintas para la identificación del problema, si se estima pertinente. En cualquier caso, los productos a obtener deberán ser siempre los señalados en párrafo anterior.

4.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la formulación se deberá identificar el problema que da origen a la idea de proyecto. Para ello, este debe formularse como un estado negativo que afecta a una determinada población, y no como la falta de una solución. Vale decir, el problema no puede ser identificado como la falta de una infraestructura particular para telecomunicaciones, sino como el perjuicio de la población al tener un acceso limitado o deficiente en la cobertura de los servicios, por ejemplo.

Es posible que en la situación analizada puedan visualizarse varios problemas, sin embargo, es necesario enfocarse en el problema principal, estableciendo las causas que lo originan y los efectos que produce.

El problema puede ser identificando a través de las siguientes acciones entre otras que quien formula pudiera considerar fundadamente:

- Observación de la realidad: apreciación de situaciones o hechos que no son deseados los que pueden provocar efectos negativos actuales o potenciales en la comunidad.
- Detectar oportunidades de desarrollo no aprovechadas
- Contrastar la situación actual y futura respecto a niveles habituales o normales, estándares o valores de referencia, tanto del acceso y calidad del servicio como del equipamiento, los equipos, la infraestructura y los recursos humanos.

Las fuentes de información que permiten respaldar el problema identificado pueden ser: revisión de estudios, encuestas y estándares existentes, aplicación de cuestionarios y/o entrevistas a los afectados o autoridades relacionadas y consulta a expertos, entre otros.

Se debe determinar si el problema es de carácter territorial, relacionado con la cobertura que determinan las instalaciones existentes, o si es de carácter funcional, tales como la obsolescencia tecnológica, el mal estado o mala gestión de la infraestructura y/o las redes de telecomunicaciones





desplegadas; incluso, la localización y accesibilidad al área de estudio pueden ser parte importante de la problemática.

Un problema existente en el sector de telecomunicaciones es la brecha digital de acceso en distintas localidades del país, presentándose una baja o nula disponibilidad de este tipo de servicios, debido principalmente a su bajo atractivo –en términos de rentabilidad económica privada– para ser atendidas por parte de la industria privada de telecomunicaciones; y justamente, tal característica puede variar entre territorios, debiéndose presentar las causas a la problemática e identificar su naturaleza.

La brecha digital en la sociedad del conocimiento y la información se traduce en desventajas para los ciudadanos en el uso de las TIC, que a su vez impactan en la educación, empleabilidad y acceso de ellos a diferentes servicios y bienes que son posibilitados por esas tecnologías.

Por lo general, la brecha digital va asociada con problemas de cobertura, los cuales se deben detallar indicando la cantidad de operadores existentes en la zona estudiada, el alcance de los distintos tipos de tecnología, la población relacionada y cualquier otro aspecto que resulte pertinente

La identificación del problema debe concluir con la definición literal de este. Junto con ello, se deberá identificar las principales variables contenidas en esta definición, precisando qué se entiende por cada una de ellas y cuáles son sus aspectos más relevantes. Esto permitirá que el problema sea entendido de igual forma por todos los involucrados.

Adicionalmente se puede entregar información que enriquezca el análisis y apoye la identificación del problema con datos observados de la realidad, como pueden ser los requerimientos de necesidades de telecomunicaciones⁵ a nivel nacional y por región de interés.

4.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El diagnóstico tiene por objetivo realizar una descripción y análisis de los principales aspectos relacionados con el problema que se haya identificado, tanto desde una perspectiva territorial como socioeconómica. Como resultado se obtendrá la cuantificación y el dimensionamiento de dicho problema en el tiempo. Para ello se deberá recopilar la información apropiada, de fuentes de origen primario y/o secundario.

⁵ Un requerimiento es una necesidad específica de telecomunicaciones solicitada a SUBTEL a través de sus distintas plataformas, tales como, respuestas a oficios enviados a municipalidades solicitando informar sus requerimientos, ingresados a través del banner disponible en el sitio web de SUBTEL, recibidos por oficina de partes, oficina de información reclamos y sugerencias o Secretarías Regionales Ministeriales de Transporte y Telecomunicaciones, o requerimientos realizados por las autoridades locales o regionales de las zonas afectas las cuales pueden ser ingresadas por concesionarias de servicios de telecomunicaciones, autoridades regionales, autoridades provinciales, municipalidades, universidades, organismos no gubernamentales, juntas de vecinos, personas naturales, o terceros.





4.2.1 Identificación del Área de Estudio

El área de estudio corresponde a la zona geográfica o funcional donde se presenta el problema que se pretende abordar y entrega los límites para el análisis. En el caso de los proyectos presentados se deberá recopilar, describir y analizar una serie de antecedentes, dentro de los cuales destacan principalmente:

a) Red de servicios de telecomunicaciones existentes

Las redes de telecomunicaciones están compuestas por toda la infraestructura física, equipamiento y sistemas que posibilitan la entrega de uno o más tipos de servicios en la zona territorial analizada. En particular, en el análisis a presentar se debe destacar el aporte que hace cada una individualmente, así como también al aporte conjunto que vea sus servicios potenciados en red. Así, por ejemplo, se deberá efectuar un levantamiento de información relativo a la existencia de redes de transporte o de transmisión disponibles (trazados de fibra óptica y sus nodos, o enlaces microondas, según corresponda) que pudieran proveer Servicios Intermedios de Telecomunicaciones o Servicios de Infraestructura Óptica de Transporte, y de redes de acceso (cableadas, inalámbricas fijas y/o inalámbricas móviles) con las cuales se pudiera proveer Servicios Públicos de acceso a Internet (fijo o móvil), telefonía (fija o móvil), Servicios Limitados de televisión por cable y/o Servicios de Radiodifusión de Libre Recepción sonora (como Radios Comunitarias Ciudadanas) o de Televisión Digital, junto con las coberturas asociadas a dichas redes. Para los efectos de los análisis de su distribución espacial y determinar su nivel de presencia en el área de estudio, se podrá utilizar la información asociada a las bases de datos de las autorizaciones otorgadas por SUBTEL para los distintos tipos de servicios de telecomunicaciones, junto con información georreferenciada de cobertura, ubicación de la infraestructura o sistemas u otra que pueda ser solicitada para los efectos de desarrollar el mentado análisis.

b) Límites relevantes

Una vez que se ha identificado el conjunto de redes de servicios de telecomunicaciones presentes en el área de estudio, los límites relevantes corresponderán al conjunto de zonas que no cuentan con cobertura efectiva de servicios de telecomunicaciones, o bien al conjunto de zonas que cuenta con cobertura, pero en los que la calidad de los servicios de telecomunicaciones efectivamente prestados resulta deficiente en relación con los requerimientos de la población. Estas zonas pueden ser representadas a través del uso de límites territoriales y geográficos, así como también jurisdiccionales y tecnológicos, (en el sentido de las coberturas ofertadas). Para los límites territoriales, se utilizan los límites administrativos publicados por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, en concordancia a los límites de localidades y entidades actualizados por el Instituto Nacional de Estadística para el último censo vigente.

c) Características generales del área de estudio

Para una buena definición del área de estudio, es importante conocer las características generales de la zona territorial como: entidades, localidades o comunas que abarca, infraestructura relevante





de servicios asociados (hospitales, carabineros, establecimientos educaciones, distribución eléctrica, otros), características administrativas del territorio, características geográficas del territorio (hidrografía, clima, relieve, etc.) , nivel de aislamiento, condiciones de accesibilidad, existencia de zonas protegidas, de zonas de riesgo o de aspectos regulatorios que pudieran tener alguna injerencia en el desarrollo del proyecto y principales actividades económicas, entre otras y según corresponda. Si bien toda la información es importante, se debiera destacar aquella con incidencia relevante para estos tipos de proyectos.

Para conocer esta información, se puede recurrir a lo reportado en los informes estadísticos comunales de la Biblioteca del Congreso Nacional, información proporcionada por la municipalidad a cargo de la administración de la respectiva comuna, u otros estudios de instituciones públicas, universidades, centros de estudios, consultorías, u otros que puedan proveerla. En el caso de las actividades económicas del territorio, se puede complementar con información aportada por el Servicio de Impuestos Internos.

Por su parte, las características generales de la población deben incluir: cuantificación rural y urbana, condiciones socioeconómicas (ingreso por hogar) y demográficas generales, aspectos culturales y sociales, entre otras que puedan identificarse, siempre que exista la información disponible.

En el caso de la cuantificación de población urbana y rural del territorio, es pertinente utilizar la información que se entrega a partir del último censo vigente según el Instituto Nacional de Estadísticas, mientras que, para caracterizar las condiciones socioeconómicas de la población, se debe utilizar la encuesta CASEN del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, en su versión más actualizada. Esto se puede complementar con la información entregada en los reportes estadísticos comunales de la Biblioteca del Congreso Nacional, o aquella información proporcionada por la municipalidad a cargo de la administración de la respectiva comuna, u otros estudios de instituciones públicas, universidades, centros de estudios, consultorías, u otros que puedan proveerla. La caracterización socioeconómica debe estar desagregada por sexo, y como total, siempre y cuando las fuentes consultadas dispongan de tal desagregación.

Cabe señalar que, de acuerdo con la recopilación descrita en los párrafos anteriores, con el tipo de problema identificado y el proyecto en estudio, habrá algunos antecedentes más relevantes que otros, los cuales merecerán mayor detalle descriptivo. También se recalca la necesidad de incluir en los antecedentes sólo la información atinente al análisis, esto es, únicamente aquella que tenga una utilización directa en el diagnóstico del problema.

d) Mapa

El proceso de identificación del área de estudio debe incluir planimetría o imagen satelital donde se muestren los límites determinados para estos efectos, identificando los elementos de la red que se analiza, la ubicación de la población y otros aspectos que se consideren relevantes.





4.2.2 Identificación del Área de Influencia

El área de influencia corresponde a los límites dentro de los cuales el proyecto podría constituir una solución al problema detectado, quedando definida principalmente por la ubicación de la población afectada. Dependiendo del tipo de proyecto de telecomunicaciones, el área de influencia puede ser la misma que el área de estudio, cuando su justificación sea clara. En tales casos, para la presentación formal de la iniciativa de inversión, los puntos 4.2.1 y 4.2.2 pueden ser mostrados conjuntamente bajo: "Área de estudio e influencia".

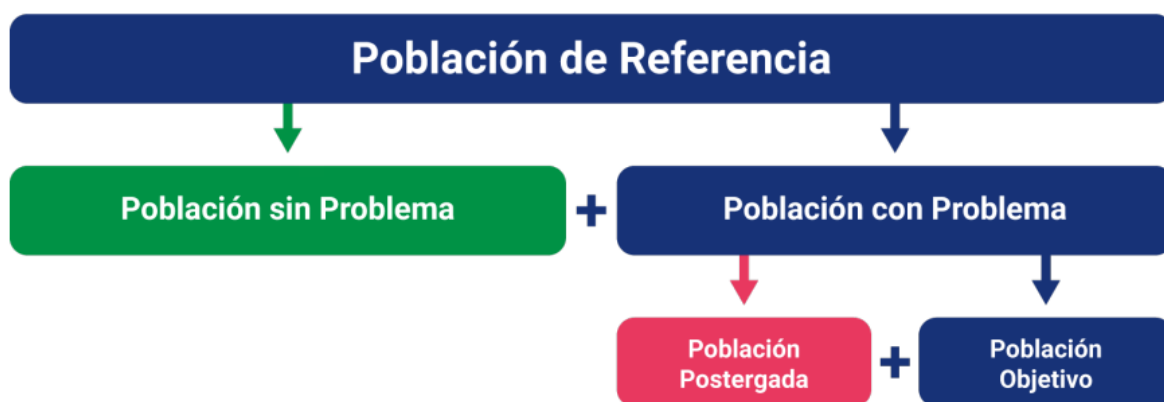
Adicionalmente, y según sea el caso, se debe considerar toda aquella infraestructura de telecomunicaciones existente que se vea afectada por el nuevo proyecto en aspectos tales como: reasignación de población beneficiaria, redistribución del personal, entre otros.

4.2.3 Análisis de la población

La población objetivo es aquella que será beneficiada con el proyecto. Se identifica a partir de la población de referencia, definida como la población total del área de influencia. En esta última se identifican dos subgrupos: la población afectada por el problema (población con problema o potencial) y la población no afectada (población sin problema). La población postergada corresponde a la población afectada que no resuelve su problema.



Ilustración 3. Esquema de identificación de población



Fuente: Metodología General (2025).

En el caso de los proyectos de telecomunicaciones, se solicita presentar la población objetivo haciendo un análisis esquemático según lo mostrado en la ilustración 3. Asimismo, deberá presentarse una desagregación por sexo.

Adicional a este análisis, se deben desarrollar aspectos tales como:

a) Distribución Geográfica de la población objetivo

Será necesario describir la distribución geográfica de la población objetivo en el área de influencia. Además, cuando la identificación del problema tenga componentes causales asociados a la distribución geográfica de la población objetivo en el área de influencia, será necesario detallarlas en los casos que aplica dependiendo del tipo de proyecto de telecomunicaciones, en caso contrario basta con justificar.

b) Características Sociales de la población objetivo

Aporta al análisis una identificación más detallada respecto de la población en estudio, considerándose una descripción de aspectos como: nivel de escolaridad, vulnerabilidad, niveles de pobreza, acceso a servicios tanto básicos (agua, energía, gas, etc.) como públicos (carabineros, bomberos, hospitales, entre otros), población urbana/rural, aspectos culturales y sociales importantes, entre otros que se consideren relevantes, según corresponda. Para ello, se pueden recurrir a datos municipales, censos oficiales, estudios y encuestas; priorizándose fuentes primarias que otorguen información que resulte relevante para el proyecto que se formula.

c) Características Económicas de la población objetivo

Es importante describir y detallar el aspecto económico en que se desenvuelve la población objetivo, haciendo referencia particularmente a ingresos promedio per cápita y/o por hogar en el caso que este sea más relevante debido a la naturaleza del proyecto.



En los proyectos, existe la posibilidad de que la población objetivo tenga las mismas características que la población del área de estudio; en tal caso, se duplicaría información al colocar en este apartado la misma que la contenida en la sección 4.2.1 letra c). Se recomienda que, si ese es el caso, no se desarrolle “las características generales de la población” contenido en la sección 4.2.1 letra c), y que, en su reemplazo, se detallen dichas características en la presente sección.

4.2.4 Proyección de la Población

Será necesario realizar la proyección de la población en el área de influencia, para el horizonte de evaluación del proyecto, a partir de las proyecciones de población que se encuentren disponibles o mediante la aplicación de tasas de proyección (crecimiento/decrecimiento), así como métodos específicos que permitan recoger quiebres de tendencia observados o proyectados.

Para la determinación del método de proyección, se debe tener en cuenta tanto los datos históricos de la evolución de la población, como aquellos que permitan estimar su comportamiento futuro. Para esto podrá usarse información proveniente de datos censales del INE o de otras fuentes debidamente justificadas, como, por ejemplo, encuestas, estadísticas municipales y sectoriales, estadísticas de migración, etc. El análisis de los datos históricos debe detectar aquellos eventos excepcionales o temporales que se espera no sucedan en los años siguientes. Del mismo modo, deberán considerarse los posibles efectos que podrían tener futuros proyectos u otros sucesos de alta probabilidad de ocurrencia tales como cambios en el plan regulador, construcción de nuevas viviendas sociales o privadas en el área, nuevas migraciones, cambios en la actividad económica local, etc.

El método de proyección que se defina utilizando la información anterior deberá permitir estimar fundamentalmente la evolución de la población, ya que a través de ella se definirá la demanda asociada (cuando aplique). Para esto, se debe considerar escenarios de alta probabilidad que incorporen un criterio conservador, para así reducir el riesgo de sobredimensionamiento o subdimensionamiento del proyecto. El método de proyección debe permitir la estimación de la población tanto para el año de inicio de la operación de la iniciativa (año 1) como para su aplicación al horizonte de evaluación.

4.3 DEMANDA ACTUAL Y PROYECTADA

La demanda se define como el requerimiento que realiza la población del área de influencia sobre un conjunto de bienes y/o servicios, en términos absolutos o por unidad de tiempo, que permite satisfacer sus necesidades. En el caso de proyectos presentados por la Subsecretaría de Telecomunicaciones y otros organismos, la demanda puede considerar distintos servicios, siendo los principales la demanda por datos según el tipo de tecnología (fija o móvil).

En la presente metodología, se le dará un enfoque de análisis en red para los servicios de telecomunicaciones. En particular, un análisis de demanda en red hace referencia a tener en consideración los demás servicios de telecomunicaciones prestados o aquellos que puedan incidir en los cálculos de demanda actual y proyectada. El resultado es estimar demandas más precisas y





evitar la superposición de ellas. Se debe tener en consideración para la demanda y su proyección que la infraestructura se debe calcular considerando las redes de acceso (servicio público con alguna de las tecnologías). De igual manera, se excluyen del análisis en red a los servicios de radiodifusión (TVD, radios), ya que no es aplicable por sus características.

El diseño y evaluación de redes y servicios de telecomunicaciones involucra el uso de variables probabilísticas que representan diferentes factores que determinan la demanda, así como modelos estadísticos que den cuenta del funcionamiento propio de las redes o servicios específicos que serán considerados.

El dinamismo en la evolución de las tecnologías de redes, así como de los servicios de telecomunicaciones hace complejo el establecimiento de modelos generales de determinación de demanda. No obstante, la convergencia hacia el empleo de redes de transmisión de datos como soporte de todo tipo de servicios de telecomunicaciones, de manera general, ha resultado en una tendencia de considerar la **tasa de transferencia de datos** (o cantidad de información transferida por unidad de tiempo, expresada en distintos órdenes de magnitud) como una variable fundamental a tomar en cuenta en el dimensionamiento de redes multiservicio, tales como las actuales redes móviles o redes de fibra hasta el hogar (FTTH). Sin embargo, hay que tener en consideración el caso particular de proyecto que se esté abordando, ya que indicará la unidad de medida respectiva según sea el caso.

4.3.1 Demanda actual por servicios y su proyección

Se debe determinar cuál es la demanda, definirla y caracterizarla.

El componente principal de la demanda se expresa como la tasa de transferencia de datos (velocidad de acceso de carga o velocidad de acceso de descarga) requeridos por persona, por hogar o en la unidad que resulte pertinente al momento de la presentación del proyecto. La información proporcionada se debe identificar y medir respondiendo a la cantidad de población, densificación, variables tecnológicas, accesos y otros que se deberán determinar y detallar.

Por lo general, se utilizan tasas de proyecciones acordes al crecimiento poblacional, aunque se debe también tener en cuenta los cambios tecnológicos o cualquier otro que se considere relevante, siempre y cuando se cuente con información suficiente para incluirlo. Se debe proyectar para el horizonte de evaluación correspondiente según el tipo de proyecto.

Para efectos de proyectar la demanda, es importante tener en consideración que existen situaciones de tecnología con amplio uso actual e incluso con exceso de demanda, sin embargo, se debe prestar especial cuidado en las demandas asociadas a servicios que pudieran quedar obsoletos de acuerdo con el desarrollo tecnológico del sector (cambios tecnológicos o tecnologías sustitutas).





Para la estimación de la demanda existen diversos factores que pueden ser considerados según corresponda, tales como:

- **Cantidad de usuarios:** número de personas, hogares, empresas u operadores que serán atendidos o dispondrán de oferta, según sea el caso.
- **Consumo por usuario:** considera el volumen promedio de datos mensuales traficado por cada usuario, en relación con los servicios suministrados por la red.
- **Tipo de servicios que serán consumidos:** voz, *streaming* de video, navegación web, entre otros.
- **Hora ocupada:** franja horaria en la que el consumo concurrente de servicios es mayor. Es considerada el peor caso en la operación normal de una red, por lo que típicamente esta es diseñada para procesar el volumen de tráfico estimado para dicha franja.
- **Ámbito del servicio:** considera si la red diseñada está orientada a los servicios finales o intermedios.
 - **Servicios intermedios:** están orientados a la prestación de servicios a operadores finales de servicios públicos de telecomunicaciones o a otros operadores de servicios intermedios, por lo que de contar con la información, la estimación de demanda debe considerar el número potencial de operadores servidos, así como el volumen agregado de tráfico cursado por los mismos.
 - **Servicios finales:** son servicios prestados a usuarios finales, tales como personas naturales, empresas u otras instituciones, y generalmente involucran servicios del tipo extremo a extremo, tales como el servicio de acceso a Internet, servicio de telefonía o servicio de televisión paga, entre otros.

4.4 OFERTA ACTUAL Y PROYECTADA

La oferta se define como la capacidad de producción del conjunto de bienes o servicios asociados al problema, por unidad de tiempo, de una determinada calidad o estándar, existente en el área de influencia. Para su estimación, se debe considerar la capacidad de la red de infraestructura, los equipamientos, los equipos y personal disponibles, el cumplimiento de normas de calidad, entre otros aspectos que sean relevantes. Las unidades de medida deben ser las mismas que se hayan explicitado en la demanda.

Para garantizar la **cobertura** de la oferta del bien o servicio, se deberá presentar una descripción resumida de las instalaciones de la red de infraestructura existente en el área de influencia, incluyendo los aspectos necesarios que permitan dimensionar la oferta.





Por su parte, para caracterizar la **calidad**, corresponderá incluir aspectos como el cumplimiento de normativas o estándares, nivel de servicio, seguridad, estado de conservación de la infraestructura o las instalaciones, entre otros.

Para la estimación de la oferta se deberá entregar un diagnóstico complementando:

4.4.1 Capacidad y estado general de la provisión de servicios

Se deben señalar las estructuras, sistemas y/o redes de telecomunicaciones que permitan la generación de servicios actualmente operativos, haciendo un análisis en red para estimar la oferta completa en el área de influencia determinada.

Aporta información adicional el señalar el estado actual de estas estructuras, sistemas y/o redes de telecomunicaciones, catalogándolas en términos cualitativos, recomendando las clasificaciones como bueno, regular o malo. Para este efecto, se entenderá por:

- Bueno: si la calidad con que los servicios de telecomunicaciones ofertados —al interior de la cobertura existente—son suficientes para los requerimientos de los usuarios finales.
- Regular: si la calidad con que los servicios de telecomunicaciones ofertados —al interior de la cobertura existente— no son suficientes para los requerimientos de los usuarios finales, dada las tecnologías utilizadas en las redes de telecomunicaciones de acceso o de transporte y, por ello, se requiere efectuar obras de mediano impacto (implementar nuevas tecnologías en las redes de acceso y/o de transporte existentes).
- Malo: si la cobertura de los servicios de telecomunicaciones ofertados no cubre debidamente al área de influencia (esta es inexistente, o bien no cuenta con la estabilidad suficiente), por ello, se requiere efectuar obras mayores (implementar nuevas redes de acceso y/o de transporte).

Definida las estructuras, sistemas y/o redes de telecomunicaciones que permiten el acceso a los servicios, es necesario estimar la oferta efectiva del mismo en la red en su conjunto, lo que cuantificará la capacidad y cobertura en el área de influencia, en el sentido de establecer las características de los planes que son ofertados por los operadores con presencia en el área de influencia y las coberturas asociadas, en términos territoriales, de los mismos.

De igual manera, se requiere estimar la proyección de esta oferta dada la información disponible de acuerdo con el horizonte de evaluación del proyecto, que al efecto se defina según tipo de proyecto. Con esto se podrán identificar posteriormente las brechas con respecto de la demanda y el conjunto de posibles soluciones.

4.4.2 Optimización de la situación actual

La situación sin proyecto corresponde a la situación actual optimizada y proyectada en el horizonte de evaluación. Dicha optimización consiste en estudiar las medidas que permitan que el servicio existente funcione de la mejor manera posible, utilizando recursos adicionales mínimos.





Corresponderá en todos los casos someter a análisis la optimización de la situación actual. Estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

Medidas administrativas y de gestión. Buscan solucionar total o parcialmente el problema a través de un Modelo de Gestión Eficiente; por ejemplo, la reasignación de espacios, personal, recursos, etc. La pertinencia de las medidas administrativas es aplicable según la naturaleza del proyecto y la regulación existente. Las medidas administrativas pueden ser variadas y están sujetas a las particularidades de cada proyecto.

Intervenciones de bajo costo. No deben constituir un proyecto alternativo, sino tan solo pequeñas adecuaciones que permitan un mejor aprovechamiento de los elementos disponibles; por ejemplo, recuperación de infraestructura, equipamiento o equipos deteriorados y subutilizados, reparaciones menores, compra de equipos, etc.

Finalmente, existe la posibilidad de que, por dificultades técnicas, legales u otra, estas medidas sean difícil de implementar. En tales casos, la formulación debe ir con su respectiva justificación.

4.5 BALANCE OFERTA–DEMANDA

El déficit o brecha corresponde a la diferencia entre la oferta (optimizada) y la demanda en términos de los servicios demandados no atendidos, en las unidades (cualitativas o cuantitativas) que se hayan definido. Para el caso de proyectos evaluados con la presente metodología, el déficit se centrará en el análisis del componente principal descrito a continuación.

4.5.1 Balance de servicios asociados a telecomunicaciones

Una vez obtenido tanto la oferta como la demanda de las secciones anteriores, se procede a calcular la brecha que atenderá el proyecto, ya que deben dimensionarse los crecimientos futuros de los requerimientos y sus brechas futuras.

Para abordar este problema, se cuenta con dos caminos posibles:

- El primero es utilizar los insumos calculados anteriormente correspondientes tanto a oferta actual y proyectada como demanda actual y proyectada. Para estimar las brechas de servicios anuales, se calcula el diferencial de oferta actual y proyectada, con la demanda actual y proyectada, para todos los años que cubre el horizonte de evaluación. Dependiendo del plan de inversión, se puede dimensionar un proyecto que satisfaga solo una parte de la brecha detectada hasta un año en particular, sin embargo, se debiesen hacer reinversiones para garantizar la óptima entrega de los servicios al finalizar el horizonte de evaluación del proyecto. Una dificultad radica en estimar correctamente los valores residuales dentro del flujo, ya que tendrán vidas útiles residuales distintas a medida que se realicen reinversiones dentro del horizonte.
- El segundo camino es utilizar como meta de referencia la brecha proyectada al término del horizonte de evaluación correspondiente al proyecto, sujeta a las estimaciones de





crecimiento poblacional y requerimientos tecnológicos, procediendo a dimensionar una alternativa que, desde el primer año de la evaluación, quede con la capacidad instalada de proveer el servicio satisfaciendo la demanda actual y la proyectada, de manera de no incurrir en reinversiones en el horizonte de evaluación.

4.6 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

En esta fase corresponderá identificar las posibles alternativas que permitan dar solución al problema definido. Para esto, se deberá utilizar la situación base optimizada y luego identificar las posibles alternativas de solución. Deberán descartarse aquellas que no sean factibles por motivos técnicos, presupuestarios, legales, normativos u otros. Las alternativas viables pasarán a la fase de evaluación para determinar cuál de ellas es la más eficiente desde el punto de vista técnico y económico.

4.6.1 Identificación de alternativas de solución

Se deben proponer alternativas viables, cuyos componentes consideren entre otras cosas:

- **Tipo de proyecto o proceso:** Determinar las combinaciones posibles de intervenciones mediante diferentes procesos, considerando toda la infraestructura atingente del área de influencia. Por ejemplo: contrastar la construcción de nuevas infraestructuras de telecomunicaciones con la posibilidad de mejorar o adecuar las ya existentes, o cualquier combinación de procesos que puedan realizarse y estén dentro de las competencias del organismo formulador. En el caso de las alternativas de compra y arriendo de instalaciones, estas deberán incorporarse en el análisis y de no considerarse como factibles, deberá fundamentarse su exclusión.

En particular, para esta metodología, se analizarán los proyectos según los tipos de procesos descritos en la sección 3.3.

- **Localización:** La decisión de localización de las infraestructuras, sistemas o redes de telecomunicaciones es definida de acuerdo con las capacidades técnicas de los equipos o elementos utilizados en los mismos, junto con diferentes factores que pueden incidir en la decisión como terrenos, permisos, emplazamiento, accesibilidad, disponibilidad de servicios básicos, topografía, normativa y tamaño. En este sentido, deberá presentarse al menos un plano con la distribución geográfica de las redes y componentes de la infraestructura de cada alternativa.
- **Estándares y tecnologías:** Comparar distintas alternativas de solución incluyendo el análisis de distintas tecnologías para la solución del problema, explorando distintas opciones disponibles que den como resultado beneficios equivalentes. Sin embargo, se debe tener en consideración que, al plantear alternativas de proyectos, estos no pueden basarse únicamente en aspectos como la materialidad en la construcción, por ejemplo, sino que deben responder a cualidades que las hagan alternativas válidas. Es decir, ante un cambio de materialidad, la alternativa sigue siendo la misma, solo que una opción (dado solamente por el material) podría





ser más costosa que otra. En cambio, una alternativa que provea el servicio a la misma población, pero se entregue con estándares distintos, sí podría ser una alternativa factible de analizar.

La definición de cada alternativa de solución requiere especificar un conjunto de partidas y/o propiedades que van incluidas en los tres puntos anteriores. De ellos, se destacan, no exhaustivamente⁶:

- **Obras civiles:** necesarias para el despliegue y el aseguramiento de las soluciones de telecomunicaciones, e incluyen obras como excavación de zanjas, construcción y aseguramiento de postes y torres soportes de antenas, canalización, adosamientos en ductos y rocas, mimetización de estructuras, construcción de perímetros de seguridad, etc.
- **Equipos electrónicos:** elementos encargados de la transmisión, recepción y conmutación de la información, la supervisión, seguridad y gestión de la red, la provisión de servicios y servicios suplementarios, el almacenamiento de datos, entre otras múltiples funciones, según corresponda.
- **Sistemas radiantes y medios de transmisión:** incluyen las antenas y equipos transmisores para las tecnologías inalámbricas, así como los cables y conectores para los sistemas cableados.
- **Energía:** incluye todos los elementos para el aprovisionamiento de energía a la red. Entre ellos, las acometidas a la red de distribución eléctrica, los generadores eléctricos, las plantas de energía alternativa, los bancos de baterías, las interconexiones eléctricas internas, los estanques de combustible, etc.
- **Gastos operacionales:** incluyen los recursos humanos, el mantenimiento de las redes, la gestión comercial, los costos inmobiliarios, la interconexión con otros operadores, los seguros, la protección de la red, el suministro de energía, etc.

En síntesis, un correcto análisis de alternativas trata de evitar la consideración de aquellas que no se aprecien razonables en primera instancia; no constituyendo como válidas aquellas opciones menos favorables, en el sentido de que, para obtener beneficios similares, se deben incurrir en costos muy superiores, o en caso similar, no considerar aquellas opciones que a iguales costos entregan beneficios muy inferiores.

Dado el constante avance tecnológico y los cambios que lo suceden, resulta complejo identificar alternativas de solución permanentes que impliquen el uso del espectro radioeléctrico u óptico a través de tecnologías inalámbricas o de cableado y que no tengan inconvenientes de actualización tecnológica. A pesar de ello, se pueden establecer las siguientes tipologías basadas en las tecnologías de transmisión más empleadas actualmente:

⁶ Los elementos de esta sección se enumeran y explican en función de un análisis de alternativas, la organización de estos como partidas de costo se verá en la sección respectiva del capítulo de evaluación social.





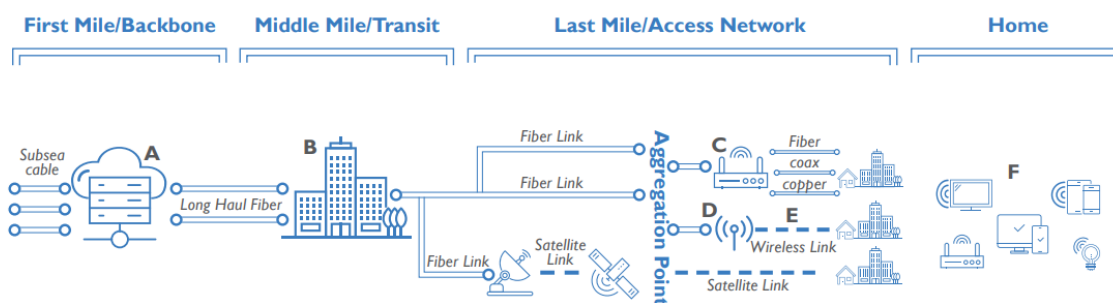
Tabla 1. Tecnologías de transmisión más empleadas actualmente

Tipo de medio de transmisión	Implementación
Inalámbrico	Enlaces de microondas terrestres, enlaces satelitales, redes de acceso móviles o inalámbricas fijas.
Cableado	Redes de cable coaxial y/o fibra óptica

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los componentes fundamentales de los sistemas o tecnologías de telecomunicaciones más utilizados en la actualidad, existen diferencias relevantes entre la cantidad, naturaleza y funciones de dichos componentes, dependiendo de las características propias de la tecnología implementada, su capacidad, y los servicios considerados en una red o sistema. Es relevante señalar que los medios de transmisión señalados en la Tabla 1 son utilizados tanto en las redes de acceso como en las redes backbone y de agregación, y que sobre ellas se montan diversos tipos de tecnologías que posibilitan la prestación de los servicios de telecomunicaciones para los cuales se diseñan. En la Ilustración 4 se presentan las distintas implementaciones de los referidos medios de transmisión conforme a los distintos niveles jerárquicos de la cadena de provisión de los servicios de telecomunicaciones.

Ilustración 4. Redes de telecomunicaciones



Fuente: Texas Broadband Plan 2022⁷

Tecnologías cableadas (cable coaxial o fibra óptica)

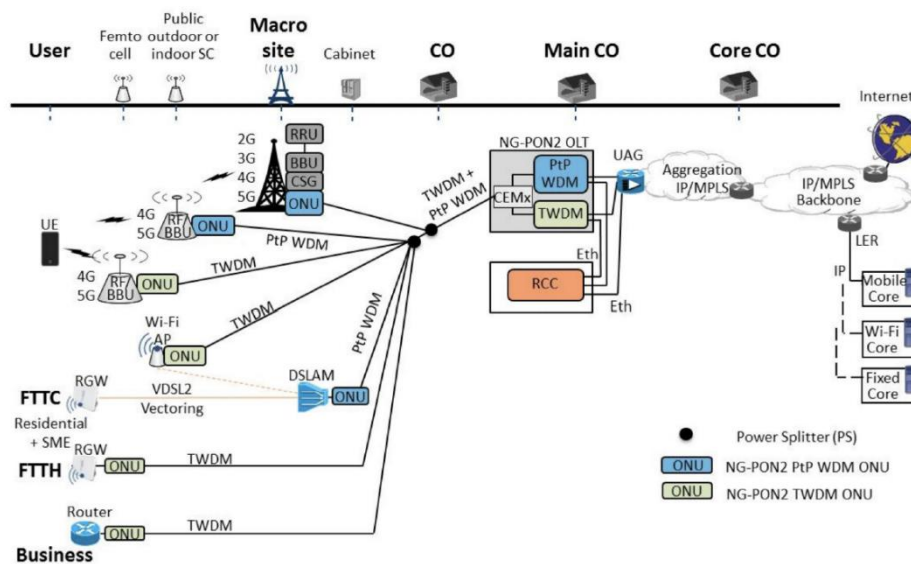
Los medios de transmisión cableados de fibra óptica son utilizados en las redes de acceso y en las redes de transporte (backbone y de agregación), empleando tecnologías pasivas (sólo en el caso de las redes de acceso, también denominadas PON por sus siglas en inglés) o activas (en ambos tipos de redes, denominadas AON por sus siglas en inglés). En la Ilustración 5 se presenta un diagrama topológico de una red PON de extremo a extremo, en la que se muestran las distintas posibilidades de uso de esta tecnología, en términos de: la posibilidad de coexistencia con otros

⁷ En la ilustración las letras deben entenderse como lo que se indica a continuación: A corresponde a data centers; B a enlaces de backhaul o tránsito; C a los operadores de redes de acceso cableadas; D, a los operadores de torres soporte de antenas y sistemas radiantes; E, a los operadores fijos inalámbricos; y F, al equipamiento de usuario.



medios cableados (por ejemplo, VDSL2 implementado sobre par de cobre, pudiendo también ser parte de una red HFC que utiliza cable coaxial), los distintos tipos de despliegue de la red de fibra óptica (FTTH cuando la fibra llega directamente hasta la casa; FTTC cuando llega hasta un gabinete que puede alojar la implementación de una tecnología distinta a la de la red PON; enlaces de fibra óptica punto a punto para atender a empresas; FTTA cuando la fibra llega a una torre soporte de antena, actuando como un enlace backhaul, etc.) Los componentes de estas redes varían según la tecnología, los cuales implementan diversas técnicas para los efectos de posibilitar las comunicaciones efectivas entre quienes usen de dichas redes, considerando en cada caso distintos tipos de equipos en las instalaciones del operador como en las del usuario.

Ilustración 5. Componentes de tecnología cableada



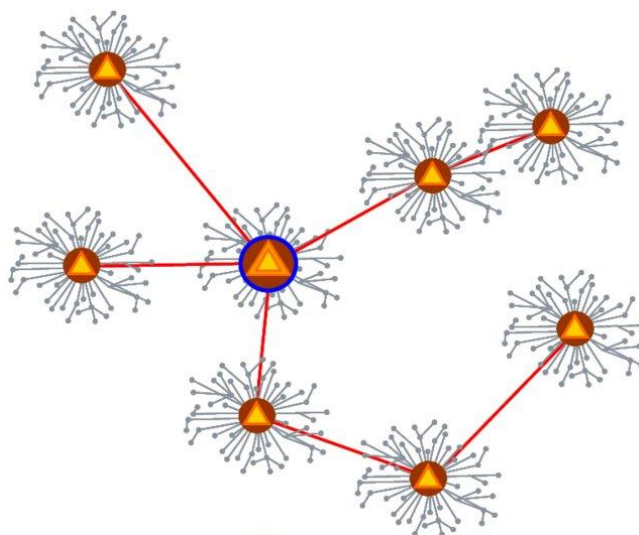
Fuente: Gosselin et al. (2015). Fixed and mobile convergence: Which role for optical networks?

Los casos de uso mostrados en la ilustración precedente pueden ser implementados al alero de distintas concesiones, dependiendo de los tipos de servicios que se provean; así, por ejemplo, si es que la red será utilizada para los efectos de proveer el servicio de acceso a Internet, telefonía fija y televisión de pago se deberá considerar una concesión de servicio público de telecomunicaciones (incluso pudiendo ser requerido un permiso limitado de televisión por cable). En cambio, si la red desplegada será compartida entre varios operadores de servicio público de telecomunicaciones, se deberá considerar una concesión de servicio intermedio de telecomunicaciones, o bien de servicio intermedio de telecomunicaciones que únicamente provea infraestructura física para telecomunicaciones, dependiendo el tipo de servicio intermedio de las prestaciones que vayan a ser requeridas en la oferta que se dispondrá (si se ofertan capacidades de transmisión en un enlace óptico en megabits por segundo, corresponderá al primer tipo; mientras que si se ofertan filamentos de fibra óptica y/o longitudes de onda, corresponderá al segundo tipo).

Por otra parte, tal como se señaló previamente, la fibra óptica también es utilizada en las redes backbone y de agregación, tal como se presenta en la Ilustración 7, donde las líneas de color rojo

corresponden a la red backbone de un país y las líneas de color gris a la red de agregación (también denominada capilaridad). Sobre estas redes se implementan diversas tecnologías de transporte o transmisión, todas ellas de tipo activo, que posibilitan el transporte de datos entre distintos puntos de la red, las cuales presentan diversos rendimientos (en términos de la capacidad de transferencia de datos disponible en un enlace óptico) dependiendo de la tecnología que sea implementada. Los servicios que son prestados haciendo uso de este tipo de redes pueden considerarse únicamente una concesión de servicio intermedio de telecomunicaciones, o bien de servicio intermedio de telecomunicaciones que únicamente provea infraestructura física para telecomunicaciones, según corresponda a las prestaciones que la oferta a disponer considere.

Ilustración 6. Diagrama de red backbone y de redes de agregación implementadas con fibra óptica



Fuente: Hilt & Pozsonyi (2011). Application of fiber-optic techniques in the transport and access transmission networks of mobile systems

Redes satelitales

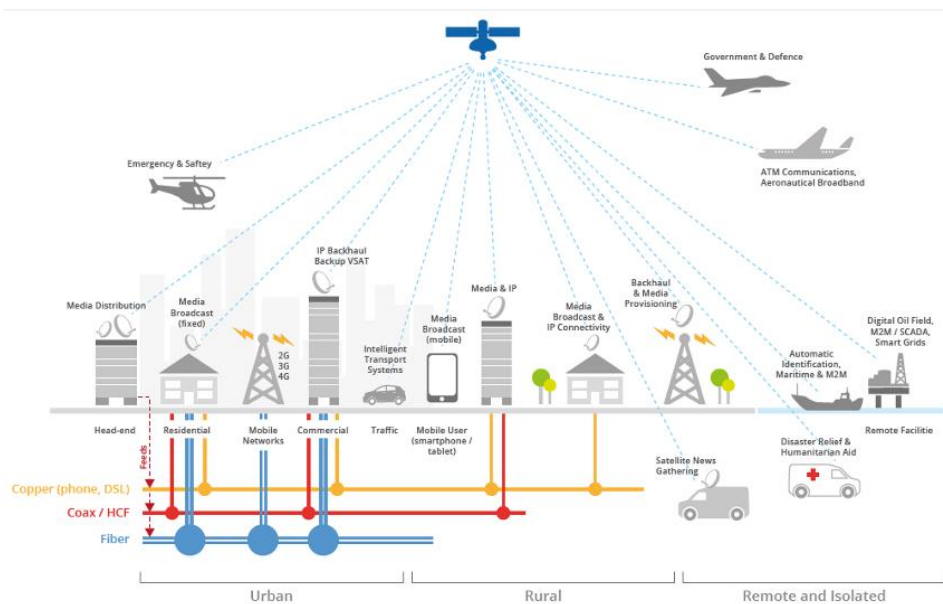
Los sistemas satelitales se clasifican dependiendo de la altura a la que se encuentran ubicados los satélites respecto de la superficie de la Tierra, teniendo categorías como GEO (órbita geoestacionaria o ecuatorial geosincrónica), MEO (órbita terrestre media o mid-Earth) y LEO (órbita terrestre baja). Los sistemas satelitales MEO son implementados por medio de las denominadas constelaciones (o enjambres) satelitales, las cuales están conformadas por un conjunto de satélites para los efectos de poder mantener la continuidad en la operación del enlace satelital, toda vez que al encontrarse a una altura menor que la de los satélites GEO, sumado a la rotación de la tierra y al desplazamiento del propio satélite, se pierde la línea de vista (o el enlace) entre las antenas que se encuentran en la tierra y un único satélite. En este sentido, estos sistemas consideran la implementación de más de un satélite y de la instalación de dos o más antenas en las estaciones terrenas, de manera que cuando acontece la situación como la descrita anteriormente (que se pierda la línea de vista), se disponga de otro satélite que antes de que pierda la conexión con el primer satélite permita establecer una conexión con la segunda antena. Por su parte, en el caso de los sistemas satelitales GEO y LEO, se requiere sólo de una antena, toda vez que esta se conecta con un único satélite GEO que mantiene su posición invariable, o bien se



conecta a uno o más satélites LEO para efectos de mantener el enlace (los sistemas LEO están compuestos por una gran cantidad de satélites).

Estos sistemas proveen una gran variedad de servicios de telecomunicaciones (ver Ilustración 7); sin embargo, para los efectos del presente documento, sólo son relevantes aquellos relacionados con la provisión del servicio de acceso a Internet a usuarios finales, los cuales son implementados al alero de una concesión de servicio público de telecomunicaciones, y con la provisión de un enlace satelital a otro operador de servicios de telecomunicaciones para los efectos de generar la red de transporte necesaria para posibilitar la comunicación efectiva entre los usuarios que son atendidos dicho operador, los que se implementan al alero de una concesión de servicio intermedio de telecomunicaciones.

Ilustración 7. Usos de una red satelital



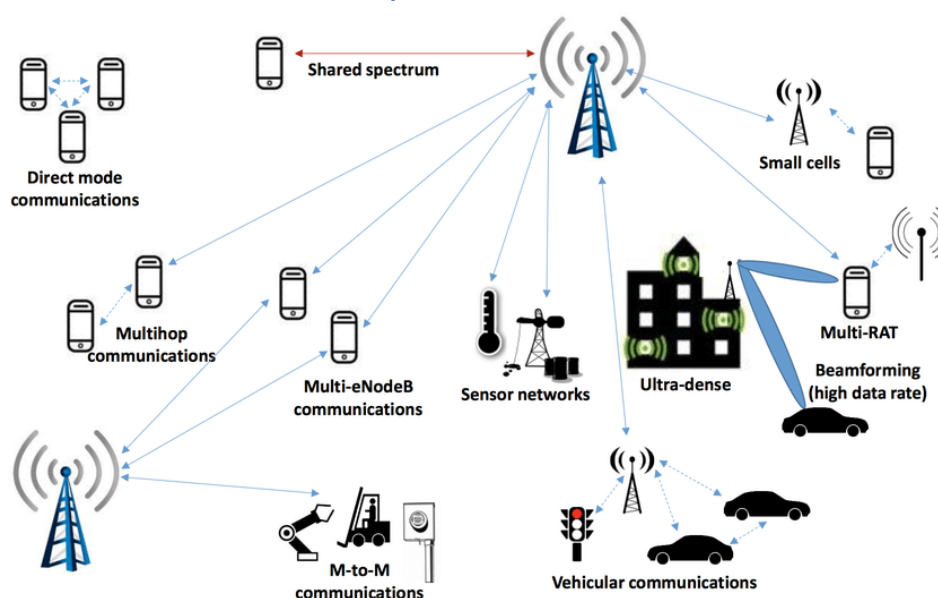
Fuente: SIA (2019). Introduction to the satellite industry

Enlaces de microondas

Otro tipo de uso de las redes inalámbricas corresponde a la implementación de redes de acceso o de enlaces backhaul (o de agregación) por medio de enlaces microondas. En el caso de las redes de acceso, estas son operadas por los denominados WISP (Wireless Internet Service Provider) quienes por medio de tecnologías tales como WiFi, WiMAX o FMA proveen de servicios de acceso a Internet los usuarios finales. Asimismo, haciendo uso de este tipo de enlaces, también es posible proveer servicios de telefonía fija inalámbrica. En la Ilustración 8, las estaciones que otorgan este tipo de servicio son aquellas identificadas como BTS y las mismas pueden ser implementadas al alero de una concesión de servicio público de telecomunicaciones exclusivamente.



Ilustración 9. Componentes de red de acceso celular



Fuente: Mezzavilla et al. (2017). Public safety communications above 6 GHz: Challenges and opportunities.

Por otro lado, para la operación adecuada de cualquier red o sistema de telecomunicaciones, se necesita un conjunto de sistemas auxiliares imprescindibles para dicha operación, tales como los sistemas de gestión y de monitoreo, de seguridad, suministro energético, tarificación, localización de usuarios, bases de datos, además del soporte técnico, el mantenimiento y otros.

La tabla siguiente presenta algunas de las aplicaciones, ventajas y limitantes de forma general, respecto de las tipologías tratadas anteriormente.

Tabla 2. Tipologías: Aplicaciones, ventajas y limitantes

Tecnología	Aplicaciones ⁸	Ventajas	Limitantes
Fibra Óptica	Servicios Intermedios, Servicios de Infraestructura, Servicios Públicos	Alta capacidad, vida útil elevada, resiliencia a factores climáticos	Alto costo de despliegue
Enlaces de Microondas	Servicios Intermedios, Servicios Públicos	Bajo costo relativo, posibilidad de salvar obstáculos (cruces de ríos, brazos de mar, otros.)	Necesidad de visibilidad directa entre estaciones
Redes Celulares	Servicios Públicos	Movilidad	Requieren de una red de transmisión adecuada

⁸ Los servicios de Telecomunicaciones autorizados por SUBTEL requieren de concesiones, que se dividen en tres categorías: **servicios públicos**, entendidos como servicios dados a los usuarios finales; **servicios intermedios**, relacionados mayormente con transporte de datos entre operadores; y **servicios de infraestructura**, que implican la operación de antenas, torres soportantes, tendidos de fibra óptica y demás infraestructura de telecomunicaciones, tal como se explica con mayor detalle en el numeral 2.1 del presente documento.

<i>Enlaces Satelitales</i>	Servicios Intermedios, Servicios Públicos	Amplia cobertura, facilidad de despliegue	Baja capacidad, alta latencia, afectados por el clima, problemas en latitudes elevadas
----------------------------	---	---	--

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2 Atributos relevantes de las alternativas

El análisis previo de la generación y selección de alternativas ayuda a acotar y mejorar la especificación del proyecto final, permitiendo un análisis más minucioso en sus pasos posteriores.

En este apartado, se deberá presentar un análisis respecto de la calidad funcional de cada alternativa de solución, evaluándose de acuerdo con las necesidades y características geográficas, climáticas y geopolíticas; todos ellos atributos propios y particulares de cada proyecto presentado.

Para la construcción de los atributos dichos precedentemente, se deberá considerar aquellos que interactúen de manera conjunta para que la conectividad opere de manera óptima, cumpliendo su función y objetivo; satisfaciendo en última instancia la demanda atendida. Esto se traduce en que cada uno de los atributos debe tener la misma importancia relativa respecto a los otros, otorgando un mismo ponderador para el cumplimiento del objetivo.

Además, el cumplimiento de cada atributo se mide de manera dicotómica, entendiendo que las diferentes tecnologías y alternativas de solución pueden cumplir o no con las características esperadas, dejando pocas posibilidades de considerar como funcional un desempeño deficiente.

Preliminarmente, entre SUBTEL y MDSF se han establecido diez atributos imprescindibles con los que debe contar una alternativa de solución óptima, dejando espacio a que, por realidad particular de cada proyecto, estas pueden variar tanto en cantidad (más o menos atributos imprescindibles) o en tipo (incluir o eliminar otras características).

Se definen por tanto, los siguientes atributos:

- a) **Latencia:** Definida como el tiempo que transcurre entre el envío de la información por parte del transmisor y su recepción. Se considera que el rango deseable para la latencia, o demora en la transmisión de información, entre cualquier punto de la geografía nacional, y un servidor ubicado en Santiago debe ser menor a 100 ms (valores típicos: satelital: 900 ms, microondas: 30 ms, fibra óptica: 30 ms).
- b) **Velocidad de acceso o tasa de transferencia de datos:** Referido a la capacidad de un sistema de transmitir determinado volumen de información por unidad de tiempo. Se considera deseable que se permita tasas de transferencia en el orden de Gbps. Lo anterior, considerando que, a modo de referencia, la capacidad mínima de ancho de banda que garantiza el cumplimiento de los requerimientos para servicios de alto desempeño (tales como transmisión de imagen y video para fines científicos, uso de instituciones públicas de defensa



y de orden y seguridad pública) es de **1 Gbps**⁹. No obstante, es fundamental considerar el tipo de servicio que será prestado, y la cantidad de clientes que será atendida, así como la naturaleza de dichos clientes (otros operadores en el caso de Servicios Intermedios, clientes residenciales o comerciales en el caso de los Servicios Públicos). La fibra óptica permite la transmisión de datos en el orden de varios centenares o decenas de Gbps (dependiendo del tipo de fibra óptica y la tecnología de transmisión empleada), la transmisión de datos vía microondas permite tasas en el rango de las unidades de Gbps, mientras que los enlaces satelitales típicamente permiten alcanzar tasas de decenas o centenas de Mbps.

- c) **Disponibilidad:** Porcentaje del tiempo, generalmente referido a un mes o un año calendario, en el que es posible acceder adecuadamente a los servicios provistos por la red. La solución esperada debe contar con un alto estándar de calidad, que permita a los clientes que accedan a ella una disponibilidad anual típicamente igual o superior al 98% en el caso de Servicios de Infraestructura, y superior al 99% para los Servicios Públicos¹⁰.
- d) **Vida Útil:** Puede ser referida a una red o proyecto en su totalidad, a componentes o elementos individuales de los mismos. La fibra óptica, por ejemplo, tiene una vida útil de 25 años, los que se pueden extender en el tiempo. Los equipos de telecomunicaciones consideran vidas útiles habitualmente entre 5 y 10 años.
- e) **Rendimiento en condiciones adversas:** Es deseable que los servicios cuenten con estabilidad y continuidad de la red. La transmisión de datos se ve afectada por condiciones climatológicas para la transmisión satelital, las redes celulares y los enlaces de microondas, no así en el caso de la fibra óptica.
- f) **Escalabilidad:** Posibilidad de aumentar la capacidad o la cobertura del sistema. Generalmente, los enlaces de microondas requieren nuevas antenas y equipamiento tecnológico para cada enlace adicional, mientras que las soluciones satelitales necesitan antenas en cada receptor/transmisor para nueva localización a la que se le va a dar servicio. Por su parte, en el caso de la fibra óptica pueden transmitirse distintos canales por un mismo cable para aumentar la capacidad, o construir segmentos adicionales para alcanzar nuevas localidades.
- g) **Capacidad de mejora:** Posibilidad de implementar nuevas funcionalidades (como tecnologías de transmisión), según existan nuevos requerimientos, o existan nuevos desarrollos tecnológicos que mejoren las prestaciones de las redes existentes.

⁹ La tasa de transferencia de 1 Gbps es particular para los estándares en servicios de alto desempeño como Instituciones Públicas de Orden y Defensa. En el caso de otro tipo de servicios u otras Instituciones Públicas, la tasa de transferencia está definida por otros estándares, no haciéndose necesaria esta misma exigencia. Ver por ejemplo lo dispuesto en el artículo 23° de la Resolución Exenta N.º 403, de 2021, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, en lo que se refiere a la definición de los servicios de acceso a Internet denominados de “banda ancha”.

¹⁰ Si bien no es una exigencia establecida, corresponde a una buena práctica operacional, que es utilizada habitualmente en los concursos públicos del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones, y corresponde a un estándar *de facto* que maneja la industria de las telecomunicaciones.





- h) **Dependencia eléctrica de la solución:** Nivel de dependencia de la electricidad para la transmisión de datos según distancia del trayecto, lo cual se vuelve relevante en zonas aisladas. El sistema de microondas, por ejemplo, necesita de torres repetidoras, cada torre necesita electricidad para su funcionamiento, lo que implica un aumento en la dificultad logística.
- i) **Mantenimiento:** Consideraciones respecto al personal necesario para efectuar el mantenimiento de la red, así como las herramientas de diagnóstico y reparación, además de los repuestos considerados para el mismo.
- j) **Autodiagnóstico:** Capacidad de diagnóstico y aislamiento automatizado de fallas. Los sistemas de monitoreo deberían propiciar una disminución del tiempo para la identificación y aislamiento de las fallas en una red, de manera que los tiempos de respuesta sean menores a los especificados en los requerimientos técnicos. En el caso de la fibra óptica, se puede identificar la localización exacta de un eventual corte en su trazado, mientras que en las tecnologías de microondas y satelital, es identificado el enlace con problemas.

Dependiendo de la naturaleza del proyecto, los atributos mencionados se pueden incluir o excluir, seleccionándose aquellas alternativas con el mejor cumplimiento de requerimientos y excluyéndose otras por un menor cumplimiento.

Las alternativas seleccionadas luego de efectuado el análisis, pasarán a su caracterización general en el punto siguiente, para posteriormente realizar la evaluación económica.

4.6.3 Caracterización general de las alternativas

Las alternativas consideradas deben ser descritas para dar a conocer y comparar sus características, exponiendo sus diferencias y distinciones. En términos generales, para cada una de las alternativas identificadas, se deberá indicar:

- Descripción de la alternativa, con apoyo visual y caracterizaciones que se consideren relevantes.
- Especificar cómo y en qué medida la alternativa da solución al problema.
- Aspectos institucionales que considerar.
- Aspectos normativos sectoriales que involucra la alternativa.
- Resumen de los puntos relevantes tratados en esta sección con anterioridad, incluyendo un análisis comparativo de las bondades o dificultades de esas materias para cada alternativa.
- Presupuesto de la etapa presentada y cotizaciones de los equipos de mayor incidencia en el presupuesto.
- Restricciones asociadas a cada alternativa que se considere necesario mencionar.
- Producto o servicio esperado en cada alternativa.





5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Para efectos de desarrollar la evaluación socioeconómica de las diversas alternativas bajo análisis, es necesario recopilar una serie de antecedentes específicos respecto de la identificación, cuantificación y valorización de los distintos beneficios y costos involucrados, tanto en términos privados, netos y sociales; los que se deberán presentar en términos de flujos anuales para el periodo de evaluación definido.

Los proyectos de telecomunicaciones son múltiples y de variada índole, generando legítimamente beneficios identificables.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS

5.1 Identificación de los Beneficios en Telecomunicaciones

Como se señaló anteriormente, en los proyectos de telecomunicaciones, los beneficios son identificables, sin embargo, su medición y posterior valorización es compleja; aunque hay algunas aproximaciones.

Se realiza una revisión de bibliográfica al respecto, con los aspectos más destacados a considerar en la identificación de beneficios para este tipo de proyectos. Cabe destacar que las conclusiones obtenidas en los distintos estudios no son fácilmente extrapolables a la realidad país, y en menor medida aún a las realidades regionales o locales en donde se emplazarían los proyectos. Se describirán a continuación beneficios directos, indirectos y externalidades.

a) Aumentos en PIB, productividad y empleabilidad (revisión bibliográfica)

Telecommunications Policy Koitroumpis (2009) realiza un estudio con muestra de 22 países de la OCDE para el periodo 2002-2007, enfocándose en la relación entre la penetración de banda ancha respecto del crecimiento del PIB. Los resultados encontraron una relación positiva, concluyéndose que un aumento en 1% de penetración en banda ancha, genera un crecimiento del PIB de 0.025%. Asimismo, el autor identificó que la contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB aumenta con su difusión debido a efectos en red: en países de baja penetración (< 20%), un aumento de 1% en la adopción de banda ancha contribuye en 0.008% al crecimiento del PIB; en países con penetración media (> 20% y < 30%), el efecto es 0.01%; mientras que en países de alta penetración (> 30%), cada 1% de incremento en la adopción llega a 0.023%.





En Katz (2009), se presenta un estudio de la contribución de las Tecnologías de Información y Comunicación¹¹ al desarrollo económico en América Latina, y cuyo objetivo es identificar cómo estas han contribuido al proceso en la región. Se presentan finalmente recomendaciones sobre políticas públicas y privadas que se debiesen poner en práctica en los países de América Latina de acuerdo con su nivel de desarrollo.

El mismo autor, pero en otro trabajo desarrollado en 2010: "La contribución de la banda ancha al desarrollo económico", trabaja sobre datos de panel de la economía chilena, identificando los efectos en la tasa de empleo producto de la penetración de la banda ancha. En el caso específico para Chile, se estima que por cada 10% de penetración adicional de banda ancha, la tasa de empleo aumenta en 0.018 puntos. Asimismo, para el caso de Latinoamérica y el Caribe, un aumento de 10% de penetración de banda ancha contribuye un 0,158% al crecimiento del PIB.

Similar a lo anterior, en el estudio "Impact of Broadband on the Economy", ITU (2012), se busca probar empíricamente los impactos económicos de la banda ancha, reconociendo que tiene efectos en el fomento del crecimiento económico de las naciones como en la creación de empleo. Dentro de los resultados para Chile, se destaca que un 10% de aumento en la penetración de banda ancha se traduce en un incremento de 0.09 puntos porcentuales del PIB.

Kelly & Rossotto (2012), en el documento manual del Banco Mundial "Broadband Strategies Handbook", señalan directrices para los responsables del desarrollo de infraestructuras que promuevan la expansión y adopción de banda ancha. El documento realiza análisis de políticas públicas en esta materia que tengan repercusión en áreas como el crecimiento, empleo, innovación, capital humano, entre otras. Se cita un proyecto en donde se calculan ingresos del servicio, mejoras en productividad de empresas y uso de e-gob. Sin embargo, se destaca en el estudio que los beneficios están subestimados y existen externalidades que si bien son identificables, no pueden ser cuantificadas en términos monetarios.

En el estudio realizado por Deloitte (2014) respecto a esta temática, se señala que la conectividad a internet ha cambiado muchos aspectos en la vida de las personas en economías desarrolladas, y que es fundamental extender estas oportunidades para acelerar el crecimiento económico y social de las economías en desarrollo; estableciéndose una transición desde economía de recursos a economía basada en el conocimiento. Se destacan además, efectos en la reducción de la pobreza y crecimiento económico, que propicia mejoras en los sistemas de salud, educación, promotor de servicios públicos, cohesión social e inclusión digital.

¹¹ En adelante TIC.





De igual manera, la banda ancha incrementaría en promedio las probabilidades de innovar procesos (10%) y productos (27%), además de patentamiento internacional (23%) para las muestras estudiadas en el documento de Jung (2014). Estos resultados serían aún mayores para los casos de adopción y uso intensivo de la banda ancha, incrementándose los valores anteriormente mostrados en 12%, 45% y 29%. Finalmente, concluye destacando que un enfoque integral de políticas transversales orientadas hacia una mayor conectividad y un mejor uso de las TIC, puede asentar y potenciar el impacto positivo de las mismas.

Katz (2015) presenta que los cambios interiores generados en el ecosistema digital Latino Americano, genera impactos en el desarrollo y la competitividad en la región. Destaca que un aumento en el índice de digitalización, genera un incremento del PIB per cápita del país entre 0.63% y 0.75%. Además, en gran medida, las tasas de inversión en despliegue de infraestructura para banda ancha y capacidades de innovación en la región han aportado al rápido proceso de digitalización, generando empleabilidad además de importantes ingresos.

Como se aprecia en la revisión bibliográfica, existen similitudes entre los efectos reconocidos que los servicios de telecomunicaciones generan en la sociedad; sin embargo, no hay consenso en las magnitudes de estos efectos. Además, la aplicabilidad de estos estudios es limitada, ya que por lo general se toman muestras representativas para áreas particulares, las cuales poseen parámetros y características que hacen que sus resultados no sean extrapolables a otras.

De esto se concluye que no es posible asignar alguno de los valores presentados anteriormente, incrementales de PIB por ejemplo, en áreas que no tengan las mismas condiciones iniciales de aquellas en las que se realiza el estudio. Por lo tanto, no es lo mismo un incremento en los índices de digitalización de una gran urbe que una rural; ambos indicadores pueden cambiar tanto de direcciones como de magnitudes, no obteniendo certeza en los resultados.

b) Aumentos en disponibilidad

Uno de los efectos más directos es el aumento en disponibilidades o el aumento en consumo de los servicios de telecomunicaciones dada la realización del proyecto.

Este aumento de consumo se refleja en la cantidad de datos transados demandados por la población y que son efectivamente consumidos. Sin embargo, la valoración por estos datos no es directamente extraíble ni convertible a valor social (disposición a pagar) por aumentos en disponibilidad o consumo del bien en cuestión. Por lo tanto, es necesario utilizar una variable que se aproxime a la captura de este beneficio social por aumento de consumo.





Lo que responde al caso es utilizar los datos existentes en el mercado y transformarlos a precios sociales. En el mercado de las telecomunicaciones se encuentran algunos actores oferentes del servicio que lo hacen mediante planes afines, segmentando de distinta manera su oferta para los distintos clientes.

La aproximación recomendada para esta metodología es utilizar un promedio ponderado de los planes y los usuarios para lograr definir un valor de plan equivalente. Sin embargo, este valor promedio del plan debe ser ajustado con el fin de obtener el valor social, o *el verdadero valor para la sociedad*. Para lo anterior, se deben extraer las distorsiones de mercado presentes en los valores de los planes que ofrecen las compañías oferentes de estos servicios, a saber: descontar el IVA, otros subsidios o impuestos, además de considerar una corrección parcial por mercado monopólico u oligopólico.

En términos generales, la realización del proyecto desplazará la oferta aumentando la cantidad de servicio ofrecido, respondiendo la demanda con un ajuste y generando nuevas disposiciones a pagar, lo que se traduce finalmente en áreas gráficas de beneficios por aumentos de consumo (mayores disponibilidades), acercándose a un óptimo social de transacciones en el mercado, reflejando el valor en su precio corregido.

c) Ahorro de costos y liberación de recursos

Ante la presencia de proyectos de telecomunicaciones que permitan una cobertura y transmisión de datos en localidades que tenían acceso limitado, o bien no contaban con acceso alguno, se generan beneficios por ahorro de costos de los usuarios y liberación de recursos.

Aquello se puede graficar en los trámites o viajes que pueden ser reemplazados por acciones desde un lugar fijo a causa de la realización del proyecto. En palabras concretas: quienes usen la red pueden aprovechar el beneficio de no trasladarse físicamente hacia un lugar específico para cierto trámite, realizando este desde su hogar o algún otro lugar; no incurriendo en mayores costos de traslado, incluyendo el uso de recursos físicos y de tiempo.

Si bien se puede reconocer e identificar este beneficio, incluso su valoración aproximada es compleja. Para realizarlo, es necesario estudiar con detenimiento cada movimiento de las personas y usuarios en el área de influencia, respecto a las distancias y tiempos de viaje, separarlos si son con motivo de trabajo u otro, etc.

d) Beneficios en educación, medicina y otros servicios





Una ejemplificación de los beneficios nombrados en c), son los establecimientos educacionales que con el proyecto accedan al uso de banda ancha con fines académicos o de otras actividades asociadas.

Se identifican también ahorros de costos y liberación de recursos en distintas esferas que comprendan las acciones administrativas y de otra índole respecto de estos establecimientos. Sin embargo, a pesar de identificarse beneficios diversos, su valoración es compleja.

Asimismo, un uso del acceso tecnológico se da en el servicio de la medicina; particularmente aplicado a la telemedicina. La implementación de consultas con médicos de forma remota, principalmente en localidades cuyo acceso es complejo, les permite a los pacientes beneficiarse del servicio médico desde su hogar u otro establecimiento, generando así liberación de recursos al no trasladarse físicamente al lugar de la consulta, esto se conoce como **Costo Social de Traslado (CST)**. Los beneficios provienen del ahorro de tiempo al no trasladarse físicamente a los lugares presenciales al tener acceso a internet, y su valoración es indicada en el informe de precios sociales que se publica anualmente.

e) Revalorizaciones de bienes inmuebles

Producto de la realización de un proyecto de telecomunicaciones, bajo ciertos escenarios y particularidades, puede ocurrir un aumento en el precio de inmuebles que se vean beneficiados por las nuevas características atribuibles al sector aledaño donde se emplaza.

Estas presiones al alza en los precios son percutidas por los propietarios en el momento que comienzan a internalizar los nuevos servicios de telecomunicaciones disponibles asociados al entorno donde se emplaza su inmueble, otorgando así una característica inherente al mismo.

Sin embargo, este método de valoración mediante precios hedónicos se considera adicional, pero **excluyente** a los demás nombrados anteriormente. La razón es que la internalización del aumento de precios de los bienes inmuebles incluye el hecho de que los propietarios se beneficiarán de los ahorros de costos, liberación de recursos, aumentos en consumo y demás por la realización del proyecto; por lo tanto es asignado "un aumento de precios único" equivalente a todos estos futuros beneficios.

Como se nombró anteriormente, este método de valoración requiere condiciones iniciales particulares que no son extrapolables a todos los territorios e incluso aislar el efecto de la característica sobre el precio del inmueble es complejo, ya que pueden existir correlaciones espurias que afecten la inferencia correcta de los resultados.





f) Beneficios por redundancia de infraestructura

Existen beneficios por redundancia de infraestructura en los casos donde la población en el área de influencia, en situación sin proyecto, sufra el riesgo de quedar sin servicio de internet o telefonía (en caso de que estos sean entregados por fibra óptica), o se reduzca la calidad del servicio por fallas o debilidades en la infraestructura existente. En estas situaciones, un proyecto aportaría a la redundancia a la red original, otorgando un respaldo en casos de falla y evitando la no entrega del servicio. Dado lo anterior, se podría estimar los beneficios mediante daño evitado.

Existen dos métodos que permiten valorar la aversión a los efectos de la materialización de un riesgo, el comportamiento defensivo y el costo de daño (Dickie, 2003). El primero son las acciones que se toman para reducir un daño, asumiendo un comportamiento racional donde se realizarán tales acciones mientras su costo sea menor al valor del daño que evitan. El segundo son los costos directos e indirectos que se incurren al materializarse el riesgo. Los primeros son los gastos incurridos en reparar o reemplazar la fibra óptica dañada (o similar) o sus componentes, mientras que los costos indirectos reflejan los costos de oportunidad de la productividad reducida o producción de bienes y servicios no realizada.

El primer mecanismo busca estimar o encontrar un proxy de la disposición a pagar por evitar el corte de comunicaciones o ralentización de estas, por lo que la valoración debe ser realizada de forma acorde por valoración contingente o aproximaciones de mercado, aplicando los estudios correspondientes. El segundo requiere un trabajo de dos partes, calculándose los efectos sobre la producción, u otra medida de valoración similar, de un corte de comunicaciones o reducción de calidad (los que se asumen negativos); y posteriormente cuánto daño o pérdida se reduce con el proyecto.

Para su incorporación en la evaluación, debe compararse este beneficio con una situación base optimizada. Asimismo, deben incluirse todos los costos relacionados al servicio (por ejemplo, si hay un costo de puesta en marcha al uso de la fibra óptica redundante, debe incluirse).

5.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS

Los costos se generan desde que se toma la decisión de ejecutar un proyecto hasta que éste queda en condiciones de prestar los servicios previstos. Pueden identificarse tres clases según sus efectos:

- a) **Costos directos:** corresponden a todos aquellos derivados de la inversión, reinversión, operación y mantenimiento del proyecto, es decir, los relacionados directamente con la generación del bien o servicio relevante.





- b) Costos indirectos:** son aquellos percibidos en otros mercados relacionados, ya sea por productores como consumidores, por lo que deben ser incluidos en la medida que también puedan ser identificados, cuantificados y valorizados.

- c) Costos externos o externalidades negativas:** son generados sobre agentes económicos en mercados no relacionados con el bien o servicio provisto, tales como ruido, contaminación del aire o del agua, etc. Se deberán identificar, y en caso de ser factible, cuantificar y valorar con la información disponible. Por ejemplo, las emisiones de carbono pueden ser cuantificadas mediante coeficientes técnicos y valorizadas usando el precio social del carbono. En los casos en que estos costos sean relevantes y de difícil estimación, se deberá recurrir a estudios primarios.

De haber información disponible que permita cuantificar y valorar los costos indirectos y externalidades, esto debe hacerse. Si no fuese posible, deberán ser solamente identificados y caracterizados, ya que pueden aportar información complementaria que afecte la pertinencia del proyecto y la toma de decisiones respecto de la inversión, especialmente en proyectos de gran magnitud.

5.2.1 Costos directos

Los costos directos atribuibles a la implementación, puesta en marcha y funcionamiento de un determinado proyecto son los de inversión, reinversión, operación, mantenimiento y cierre que representan, en general, casi la totalidad de los costos en los que incurre el proyecto:

- a) Costos de inversión:** Son todos aquellos relacionados con la ejecución de las obras, incluyendo la utilización de recursos y las tareas necesarias para la ejecución del proyecto, tales como terreno, obras civiles, equipos, equipamiento, vehículos, consultorías y estudios, plan de contingencia, costos de mitigación y otros gastos. Los costos de diseño comprenden el diseño de la infraestructura o instalación, las especialidades, especificaciones técnicas, cubicaciones, presupuestos, estudios de mecánica de suelos, topografía, impacto ambiental, informe de mitigación de impacto vial, etc. Estos costos se deben considerar como inversión en el flujo solo si forman parte de la etapa de diseño. Si el diseño ya ha sido elaborado, no deben incluirse puesto que constituyen costos hundidos (no recuperables). Por la misma razón, tampoco deberán incluirse los costos de estudios de preinversión realizados en etapas previas del proyecto.

- b) Costos de reinversión:** Corresponden a los recursos asociados a reponer componentes de la inversión del proyecto cuya vida útil es menor a la del horizonte de evaluación, con la finalidad de mantener el nivel de servicio original (usualmente se trata de equipos y equipamientos). También puede considerar inversiones planificadas en el horizonte de evaluación, destinadas a la ampliación de capacidad cuando se proyecta un aumento de la demanda.



- c) **Costos de operación:** Corresponden al conjunto de gastos necesarios para mantener el funcionamiento del proyecto una vez que está en marcha. Consideran sueldos del personal a cargo de la operación del proyecto, servicios básicos (agua, gas, electricidad, etc.), materiales e insumos para la producción, seguros y otros costos que podrían estar asociados a la operación continua de la infraestructura o la entrega de servicios, definidos en el modelo de gestión del proyecto.
- d) **Costos de mantenimiento:** Son todos aquellos gastos incurridos para conservar el proyecto en buen estado y procurar su correcto funcionamiento, tales como mantenimiento de equipos y equipamiento, reparaciones periódicas, etc.
- e) **Costos de cierre:** Se refiere a los gastos que se deberán realizar para cesar la operación del proyecto y proceder a su cierre, considerando aspectos administrativos, técnicos, legales, ambientales y sociales, con el fin de mitigar riesgos futuros y devolver el área a las condiciones establecidas por las normativas o estándares aplicables.

5.3 CONSTRUCCIÓN DE LOS FLUJOS NETOS

A partir de los costos de inversión, operación y mantenimiento, se deben construir los flujos netos durante el horizonte de evaluación, valorados a precios sociales. Más ejemplos de aplicación y ejemplos se pueden encontrar en la Metodología General publicada en el sitio web del SNI, en el apartado de Construcción de los Flujos.

5.3.1 Flujo de Caja privado

En el caso que el proyecto sea propuesto y/u operado por un privado, resulta necesaria la presentación de un estudio financiero, debidamente respaldado, que permita corroborar la solicitud de subsidio que haya sido realizada al organismo público responsable del proyecto.

Para estos efectos, se usará como referencia el detalle técnico específico financiero que se solicita en la Resolución Exenta N°2.614 del 2011 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que aprueba el "Instructivo para la presentación de proyectos financieros en el marco de los concursos públicos del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones".

A continuación, se presenta en la Tabla N°3 el formato resumen del flujo de caja que debe considerar dicho estudio financiero, el cual debe sustentar y reflejar el monto máximo de subsidio que vaya a ser puesto a disposición mediante el mecanismo de asignación que corresponda.

Tabla 3. Flujo de Caja Privado Anual

Ingresos / Egresos Operacionales	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año n
Ingresos proyectados		I_1	I_2	...	I_n
TOTAL INGRESOS OPERACIONALES		TIO_1	TIO_2	...	TIO_n
(Costos Variables)		CV_1	CV_2	...	CV_n
(de Explotación)				...	
(de Interconexión)				...	
(Administrativos)				...	
(Otros (especificar))				...	
(Costos Fijos)		CF_1	CF_2	...	CF_n
TOTAL COSTOS		CT_1	CT_2	...	CT_n
(Depreciación)				...	
(Amortización)				...	
(Pérdidas del Ejercicio Anterior)				...	
RESULTADO ANTES DE IMPUESTO		RAI_1	RAI_2	...	RAI_n
(Impuesto a la Renta)				...	
RESULTADO DESPUÉS DE IMPUESTO		RDI_1	RDI_2	...	RDI_n
Depreciación				...	
Amortización				...	
Pérdidas del Ejercicio Anterior				...	
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL (1)	FCO_0	FCO_1	FCO_2	...	FCO_n

FLUJO DE CAPITALES	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año n
Inversiones en Activos Fijos	I_0	I_1	I_2	...	I_n
Técnico operativas (Infra. de Telecom.)				...	
Activos Intangibles				...	
Administrativas (Capital de Trabajo)				...	
Subsidios				...	
Valor de Desecho				...	VR
Recuperación del Capital de Trabajo				...	
FLUJO DE CAPITALES (2)	FC_0	FC_1	FC_2	...	FC_n

FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año n
FLUJO DE CAJA (1+2)	FCT_0	FCT_1	FCT_2	...	FCT_n

Fuente: Elaboración propia basada en Resolución Ex. N°2.614 del 2011, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Adicionalmente a la información indicada en el cuadro anterior, se deberán presentar las planillas con el detalle los ítems que componen cada una de las partidas incorporadas en el flujo de caja, valores, supuestos y fórmulas de cálculo.

5.3.2 Corrección a Precios Sociales

Una vez definidos los flujos netos asociados al proyecto durante el horizonte de evaluación a partir de los costos de inversión, operación y mantención, estos se deben corregir a sus precios sociales con la finalidad de obtener el valor sin distorsiones de los bienes o servicios asociados.

En este sentido, los precios de mercado que se aprecian en la economía, por lo general, no representan el verdadero costo de oportunidad de los bienes y servicios producidos y consumidos para la sociedad. Esto ocurre porque el mercado presenta distorsiones que lo alejan de la asignación eficiente de los recursos, y con ello también del precio teórico en un mercado perfectamente competitivo. Por esta razón, es que la evaluación social utiliza valores expresados en precios sociales, para obtener valoraciones lo más representativas posibles del verdadero costo que los bienes y servicios tienen para la sociedad en su conjunto.

El Sistema Nacional de Inversiones (SNI) actualiza e informa anualmente los diferentes precios sociales que son utilizados en la evaluación social de proyectos. En términos prácticos, la aplicación de las correcciones se realiza según lo indicado en la tabla siguiente.

Tabla 4. Corrección a Precios Sociales

Ítem	Inversión Inicial	Operación, mantención y asociados
Terreno	Valor de Mercado (VM) sin corrección	---
Bienes e insumos nacionales	VM desc. IVA	VM desc. IVA
Materiales importables	(VM desc. IVA y aranceles) * FC_D	(VM desc. IVA y aranceles) * FC_D
Combustibles	Valores publicados en sitio SNI	Valores publicados en sitio SNI
Mano de Obra calificada	$VM * FC_{MOC}$	$VM * FC_{MOC}$
Mano de Obra Semicalificada	$VM * FC_{MOSC}$	$VM * FC_{MOSC}$
Mano de Obra no Calificada	$VM * FC_{MONC}$	$VM * FC_{MONC}$
Gastos Generales y Utilidades	VM desc. IVA	VM desc. IVA

Fuente: Elaboración propia.

Donde,

VM = Valor de mercado.

FC_D = Factor de corrección social de la divisa.

FC_{MOC} = Factor de corrección de mano de obra calificada.

FC_{MOSC} = Factor de corrección de mano de obra semi calificada.

FC_{MONC} = Factor de corrección de mano de obra no calificada.

5.3.3 Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación – por lo general – corresponde al periodo definido principalmente por la vida útil de la inversión en función del tiempo, o bien la capacidad de producción de bienes o servicios. Para este tipo de iniciativas, en general se considerará un horizonte de evaluación de 20 años para los proyectos de fibra óptica, salvo excepciones debidamente justificadas, en que la vida útil de la infraestructura que provee el servicio permita considerar un horizonte de evaluación menor. Por su parte, en el caso de los proyectos de servicios públicos, se consideran horizontes de evaluación de 10 años.

5.3.4 Valor Residual

El último periodo del horizonte de evaluación deberá incluir el valor residual de los activos del proyecto que tengan una vida útil que se alargue posterior al horizonte de evaluación establecido en esta metodología. Este valor residual puede calcularse restando la depreciación acumulada al valor inicial de los activos, o bien estimando el valor de venta que podría tener en el último periodo del horizonte de evaluación.

5.4 CÁLCULO DE LOS INDICADORES Y CRITERIOS DE DECISIÓN

El análisis de rentabilidad permite calcular los indicadores que servirán de guía para la toma de decisión y recomendación del proyecto.

5.4.1 Flujo de costos e indicadores Costo-Beneficio

A continuación, se muestra cómo deben presentarse los flujos netos de costos anuales que permitirán estimar el indicador de Costo-Beneficio.

Tabla 5. Construcción de flujo de Beneficios Netos

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año n
1. Beneficios		B_1	B_2	...	B_n
2. Costos Operación		CO_1	CO_2	...	CO_n
3. Costos Mantenimiento		CM_1	CM_2	...	CM_n
4. Inversión	I_0				
5. Valor Residual					VR
Flujo de Costos (1)+(2)+(3)-(4)	I_0	BN_1	BN_2	...	BN_n

Fuente: Elaboración propia.

Donde,

 B_t = Beneficio al año t . CO_t = Costo de operación al año t . CM_t = Costo de mantención al año t . I_0 = Inversión inicial año 0. CT_t = Costo total al año t . VR = Valor residual de la inversión.

5.4.2 Valor Actual Neto (VAN)

Esta evaluación se utiliza cuando son identificables tanto los costos como los beneficios relativos al proyecto. Utilizando definiciones anteriores, podemos clasificar esto como el beneficio generado por aumento en disponibilidad del bien o liberación de recursos. La fórmula correspondiente es:

$$\text{Valor Actual Neto (VAN)} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} + \frac{VR}{(1+r)^n}$$

Donde,

 I_0 = Inversión Inicial BN_t = Beneficio social neto del proyecto en el periodo t . VR = Valor Residual r = Tasa social de descuento n = número de años del horizonte de evaluación del proyecto.

El Valor Actual Neto Social representa el beneficio neto actualizado para el país producto de la ejecución del proyecto.

El criterio de decisión al utilizar el VAN será escoger la alternativa de solución evaluada que presente el mayor Valor Actual Neto.

5.4.3 Tasa Interna de retorno (TIR)

La TIRs es la tasa de descuento que hace el VAN sea igual a cero.

$$Tasa\ Interna\ de\ Retorno\ (TIR) = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1 + \rho)^t} + \frac{VR}{(1 + \rho)^n} = 0$$

Donde,

ρ = tasa de descuento que hace el VAN = 0.

El criterio de decisión al utilizar la TIR será escoger la alternativa de solución evaluada cuya TIR sea mayor que la tasa social de descuento.

Este criterio debe usarse a modo indicativo y de sustento matemático, ya que puede presentar algunos inconvenientes por su construcción, dando cuenta de proyectos con múltiples TIR o en los cuales derechamente no existe. Así mismo, tampoco permite la comparación de proyectos que sean mutuamente excluyentes.

5.4.4 Valor Anual Equivalente (VAE)

Este indicador señala cuánto es el beneficio que entrega el proyecto anualmente. Lo destacable e importante, es que permite comparar proyectos que no tengan necesariamente la misma vida útil, pero sí pueden ser repetibles en el tiempo (mediante un plan de reinversión). Este indicador se compone del VAN y un factor de recuperación:

$$VAEs = \frac{VANs}{\left(\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n} \right)}$$

El criterio de decisión al utilizar el VAE será escoger la alternativa de solución evaluada que presente el mayor Valor Anual Equivalente.



5.4.5 Flujo de costos e indicadores Costo-Eficiencia

A continuación, se muestra cómo deben presentarse los flujos netos de costos anuales que permitirán estimar el indicador de Costo-Eficiencia.

Tabla 6. Construcción de flujo de Costos Sociales

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año 10
1. Costos Operación		CO ₁	CO ₂	...	CO ₁₀
2. Costos Mantención		CM ₁	CM ₂	...	CM ₁₀
3. Inversión	I ₀				
4. Valor Residual					VR
Flujo de Costos (1)+(2)+(3)-(4)	I ₀	CT ₁	CT ₂	...	CT ₁₀

Fuente: Elaboración propia.

Donde,

CO_t = Costo de operación al año t .

CM_t = Costo de mantención al año t .

I_0 = Inversión inicial año 0.

CT_t = Costo total al año t .

VR = Valor residual de la inversión.

5.4.6 Valor Actual de los Costos (VAC)

El VAC es el valor presente de los costos de inversión, reinversión, operación y mantenimiento del proyecto. Este indicador permite comparar alternativas de igual vida útil y beneficios iguales o equivalentes.

La fórmula es la siguiente:

$$\text{Valor Actual de Costos Sociales (VACs)} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CT_t}{(1+r)^t}$$

Donde,

I_0 = Inversión inicial.

CT_t = Costo total de operación y mantención en el año t .

r = Tasa social de descuento.

n = Número de años del horizonte de evaluación del proyecto.

La tasa social de descuento representa el costo alternativo que significa para el país destinar fondos al proyecto y no destinarlos a su mejor uso alternativo. Esta tasa se utiliza para actualizar o descontar los flujos futuros del proyecto estimados para el horizonte de evaluación, con el fin de permitir el cálculo de los indicadores de rentabilidad.





El criterio de decisión al utilizar el VAC será escoger la alternativa de solución evaluada que presente el menor Valor Actual de Costos.

5.4.7 Costo Anual Equivalente (CAE)

El CAE es un indicador que convierte el VAC de un proyecto en un flujo constante de costos anuales para el horizonte de evaluación del proyecto, por lo que permite comparar alternativas de distinta vida útil que presenten beneficios iguales o equivalentes en el tiempo.

$$CAE = VACs \cdot \left[\frac{r \cdot (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1} \right]$$

Cabe recalcar que no solamente las alternativas son las que pueden no tener vida útil similar, sino que también los componentes de las mismas. En este caso, se debe obtener el CAE por componente (construcción, equipo, equipamiento, otros) y hacer la operación del cálculo por separado, para luego sumarlo.

El criterio de decisión al utilizar el CAE será escoger la alternativa de solución que presente el menor Costo Anual Equivalente.

5.4.8 Costo Anual Equivalente por beneficiario (CAE/Beneficiario)¹²

Corresponde también presentar la alternativa en términos de costos unitarios por beneficiarios del proyecto. El objetivo es tener un indicador que permita visualizar cuál es el costo en que se incurre para proveer del servicio a las personas durante un año.

Para ello, se debe utilizar el costo anual equivalente por beneficiario (CAEB), en el cual se consideran los costos de los ítems correspondientes anualizados. Este resultado se divide por la población total que será beneficiada, obteniéndose este indicador. El indicador es el siguiente:

$$CAEB = \frac{CAE}{N^{\circ} \text{ beneficiarios}}$$

Es necesario analizar la vida útil de los componentes, independientemente de las alternativas de solución. Se puede obtener un CAE directamente de un VAC sí y solo sí la vida útil de los componentes es la misma. En caso contrario, es necesario calcular CAE por componente y luego sumarlo; dividiendo el resultado por el número de beneficiarios del proyecto, obteniendo finalmente el indicador CAEB.

El criterio de decisión al utilizar el CAE/Beneficiario será escoger la alternativa de solución que presente el menor Costo Anual Equivalente, prorrateado por el número de beneficiarios.

¹² El indicador se denomina CAE/beneficiario, refiriéndose por este último en forma genérica tanto a hombres como mujeres o usuarios que sean beneficiados por el proyecto.





5.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se busca medir principalmente el cambio en los indicadores de rentabilidad ante variaciones de parámetros y supuestos considerados en el cálculo y la modelación del problema para tomar decisiones bajo escenarios con menos incertidumbre y lograr así inversiones que usen eficientemente los recursos. Por lo tanto, el objetivo es identificar aquellos parámetros y supuestos más sensibles que deben ser revisados y estudiados en detalle, con la finalidad de orientar en la especificación y decisión del proyecto.

Se sugiere construir una matriz de escenarios (usualmente optimista-neutral-pesimista) a partir de las variables más importantes y sensibles a cambios que repercutan en los indicadores de rentabilidad. Se sugiere agregar elementos gráficos identificables como curvas de VAC o CAE en función de parámetros de interés.

Se recomienda poner especial detalle en los componentes más sensibles de cada partida e identificarlos para estudiar el comportamiento resultante de este análisis.

De acuerdo con lo planteado anteriormente, y junto con incorporar en el análisis el riesgo asociado a las otras fuentes identificadas en la sección anterior, se recomienda realizar un análisis de sensibilidad como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 7. Tipo de evaluación, variables a sensibilizar y procedimiento

Tipo de Evaluación	Variable a Sensibilizar	Procedimiento
Costo Eficiencia	Inversión	Calcular VACS o CAES \pm porcentajes de la inversión según escenarios propuestos.
	Costos de Operación y Mantenimiento	Calcular VACS o CAES \pm porcentajes del costo de operación y mantenimiento según escenarios propuestos.

Fuente: Elaboración propia.

5.6 SELECCIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA

Una vez seleccionada la alternativa más conveniente, deberá profundizarse en cuanto a la especificación de sus aspectos más relevantes, presentando un resumen que incluya sus antecedentes técnicos y financieros, y anexos necesarios.

5.7 SUBSIDIO DE PROYECTOS

Presentadas las alternativas de solución, se definirá cuál de los proyectos resulta socialmente más conveniente en base a los indicadores de rentabilidad social. Sin embargo, al realizar una comparativa con la evaluación privada, el resultado no siempre resulta favorable, debido a que las inversiones iniciales, sus reinversiones, y costos de operación a lo largo del periodo de evaluación, no logran ser cubiertas por los beneficios que el proyecto pueda generar.





Por otra parte, los proyectos promovidos con subsidio estatal, como es el caso de los gestionados mediante el FDT, indicados en el capítulo 2, son desarrollados mediante llamado a Concursos Públicos, los cuales tienen por objetivo principal promover, mediante subsidio, la ejecución de proyectos que, en su evaluación privada, resultan poco atractivos para la industria. En tal sentido, el Concurso Público debe especificar el monto máximo del subsidio a entregar.

Para ello, y en los casos mencionados inicialmente, vale decir, en que el proyecto sea socialmente rentable pero privadamente no lo sea, entonces la evaluación privada del proyecto permitirá calcular el subsidio máximo a otorgar para que se realice el proyecto. Este subsidio, corresponderá como máximo al VAN negativo obtenido de la evaluación privada del proyecto seleccionado con signo positivo.

Es decir:

$$\text{VAN} + \text{SUBSIDIO MÁXIMO DISPONIBLE} = 0$$





6 GLOSARIO

- **AON (Active Optical Network):** Arquitectura de red de fibra óptica que utiliza equipos con alimentación eléctrica en la ruta de distribución para dirigir el tráfico específico hacia cada cliente de forma dedicada.
- **Backbone (Red Troncal):** Columna vertebral de alta velocidad y capacidad de una red de telecomunicaciones. Diseñada para interconectar grandes redes locales, regionales o internacionales.
- **Backhaul (Red de Retorno):** Tramo intermedio de una red de telecomunicaciones encargado de conectar puntos periféricos o de acceso local con el núcleo o *backbone* principal.
- **Conmutación de información:** La técnica y el conjunto de protocolos utilizados para interconectar nodos en una red y establecer la ruta óptima que deben seguir los datos.
- **DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification):** Estándar internacional de telecomunicaciones que define las reglas operativas y de interfaz para permitir la transferencia de datos a muy alta velocidad sobre una infraestructura de red.
- **Espectro Electromagnético:** Rango completo de todas las frecuencias posibles de radiación electromagnética. En telecomunicaciones, se gestionan y planifican porciones específicas de este espectro (bandas de radiofrecuencia y microondas) para evitar interferencias mutuas y optimizar las transmisiones inalámbricas.
- **Estación base:** Instalación fija de radiofrecuencia (que incluye transceptores, antenas y procesadores de señal) que actúa como el nodo central de comunicación para los dispositivos móviles dentro de un área geográfica determinada.
- **FMA (Flexible MAC Architecture):** Arquitectura de Control de Acceso al Medio Flexible. Es una especificación avanzada de la industria del cable que define la desagregación y virtualización de las funciones de gestión, control y procesamiento de datos en redes HFC.
- **FTTC (Fiber to the Curb / Cabinet):** Fibra hasta la acera o gabinete. Topología híbrida donde la fibra óptica llega hasta un gabinete de distribución ubicado en la vía pública.
- **FTTH (Fiber to the Home):** Fibra hasta el hogar. Arquitectura de red de acceso donde el hilo de fibra óptica llega directamente y sin interrupciones físicas hasta el interior de la vivienda.
- **GEO (Geostationary Earth Orbit):** Órbita Terrestre Geoestacionaria. Satélites situados a una altitud de más de 35,000 km sobre el ecuador. Orbitan a la misma velocidad que gira la Tierra, manteniéndose "fijos" sobre un punto geográfico. Gran cobertura, pero alta latencia.
- **HFC (Hybrid Fiber-Coaxial):** Red Híbrida de Fibra y Coaxial. Infraestructura de banda ancha empleada tradicionalmente por las compañías de televisión por cable. Utiliza fibra óptica en





los tramos troncales y de retorno (backbone y backhaul), pero recurre al cable coaxial para la distribución final.

- **Latencia:** El retraso temporal que experimenta un paquete de datos desde el momento en que se genera y envía en el origen hasta que es recibido en su destino final.
- **LEO (Low Earth Orbit):** Órbita Terrestre Baja. Órbita situada a baja altitud, típicamente entre 160 km y 2,000 km de la superficie terrestre. Los satélites en órbita LEO ofrecen latencias bajas, requiriendo constelaciones masivas de satélites en movimiento constante para garantizar cobertura continua.
- **Medios de transmisión:** Los canales físicos o inalámbricos que sirven de soporte para el viaje de las señales de datos entre los nodos de una red. Se dividen en **guiados** (cobre, cable coaxial, fibra óptica) y **no guiados** (el aire o el vacío a través de ondas de radio).
- **MEO (Medium Earth Orbit):** Órbita Terrestre Media. Región del espacio comprendida entre los 2,000 km y los 35,786 km de altura. Es la órbita preferida para las constelaciones de navegación global (como GPS) y sistemas de satélites de telecomunicaciones con coberturas intermedias y latencias moderadas.
- **Milisegundo (ms):** Unidad de tiempo que equivale a la milésima parte de un segundo. Es la métrica estándar global con la que medimos e interpretamos los niveles de latencia en las redes de datos.
- **PON (Passive Optical Network):** Arquitectura de red punto a multipunto basada en fibra óptica que utiliza divisores ópticos pasivos (*splitters*) no energizados para distribuir una única señal óptica desde la central hacia múltiples usuarios.
- **Recepción:** La etapa final del proceso de comunicación física en la cual un dispositivo captura, procesa y decodifica las señales atenuadas o modificadas por el medio de transmisión para recuperar la información original de forma íntegra.
- **Streaming de video:** Distribución de contenido multimedia en el cual un flujo de datos de video se transmite de forma continua y en tiempo real a través de una red. Permite al usuario visualizar el video a medida que se recibe, sin tener que esperar a descargar el archivo por completo.
- **Tasa de transferencia de datos:** La velocidad real o teórica a la que se transmiten los bits a través de un canal de comunicación en un periodo de tiempo determinado. Se expresa comúnmente en Megabits por segundo (Mbps) o Gigabits por segundo (Gbps).
- **Transmisión:** El proceso físico de enviar información codificada en forma de señales (eléctricas, ópticas o electromagnéticas) desde un emisor hacia un receptor a través de un canal o medio de comunicación.





- **Última Milla:** El tramo final de la infraestructura de acceso que conecta directamente la oficina central o el nodo de distribución del proveedor de telecomunicaciones con el dispositivo terminal dentro del hogar u oficina del usuario final.
- **WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access):** Estándar de transmisión inalámbrica de datos de alta capacidad a largas distancias basado en microondas.
- **WISP (Wireless Internet Service Provider):** Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico. Operador o empresa de telecomunicaciones que brinda conectividad de banda ancha a hogares y negocios utilizando enlaces de radio fijos terrestres (antenas punto a multipunto) en lugar de desplegar cables físicos.
- **xDSL (Digital Subscriber Line):** Familia de tecnologías (como ADSL, VDSL y G.fast) diseñadas para transmitir datos digitales de alta velocidad aprovechando las frecuencias altas no utilizadas en las líneas telefónicas tradicionales de par de cobre trenzado.
- **xPON:** Término genérico que engloba a toda la familia de tecnologías de Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network). Representa la evolución y variantes de estos estándares (como GPON, XG-PON, XGS-PON y 50G-PON), diseñados para optimizar el despliegue masivo de redes FTTH.

