



Facultad de Ingeniería

“Diseño de proyecto técnico de ISP en Zona Rural”

Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones

Realizado por:
Reinaldo Soto Martínez
Profesor Guía:
Ricardo Tello Guerra
Santiago de Chile
2019

Contenidos

1.- Introducción.....	6
1.1.- Motivación	8
1.2.- Marco de trabajo	14
2.- Identificación del problema.....	14
2.1.- Diagrama de Ishikawa.....	15
2.2. P01. Bajo o inexistentes accesos (Tecnología).....	16
2.3. P02. Deficiencia en servicios de datos (Tecnología).....	16
2.4. P03. Mala señal en servicios de Internet (Tecnología).....	16
2.5. P04. Municipios y Establecimientos educacionales con falta de interés en FDT (Gobierno)	17
2.6. P05. Zonas Geograficas con accesos limitados (Geografía).....	17
2.7. P06. Condiciones climaticas adversas (Geografía).....	17
3.- Objetivos	18
3.1.- Objetivo General	18
3.2.- Objetivos Específicos.....	18
3.2.1.- O.E.1. Aumentar accesos a Internet	18
3.2.2.- O.E.2. Mejorar la eficiencia de los accesos a Internet	18
3.2.3.- O.E.3. Mejorar la señal de los servicios de Internet	18
4.- Matriz de trazabilidad	19
5.- Alcance	20
5.1.- Limitaciones del Alcance.....	20
5.2.- Supuestos	20
5.3.- Hipótesis	20
6.- Marco Teorico	21
6.1.- Internet.....	21
6.2.- Modelo OSI	22
6.2.1.- Capas del modelo OSI orientados a la Red	23

6.2.2.- Capas del modelo OSI orientados a la Aplicación	25
6.3.- ADSL.....	26
6.3.1- Ventajas y desventajas del ADSL	27
6.4.- Fibra óptica	29
6.4.1.- Tipos de Fibra óptica.....	32
6.5.- Switch.....	33
6.5.1.- Diferencia Switch y HUB	34
6.5.2.- Diferencia Switch y Router	34
6.6.- Conversor de medio óptico	35
6.7- Modulaciones en Fibra Óptica.....	36
6.7.1.- Modulación directa (OOK).....	37
6.7.1.- Modulación externa de intensidad.....	38
6.8.- Ancho de Banda (BW).....	39
6.9.- Latencia.....	40
6.10.- Cobertura	42
6.11.- Funcionalidades del Switch - EtherChannel.....	43
6.12.- Funcionalidades del Switch – Modo Trunk.....	44
6.12.- Funcionalidades del Switch – Modo Access	45
6.13.- Vlan.....	45
7.- Estudio de Mercado	46
7.1.- Acceso a internet en zona rural.....	46
7.2.- Factibilidades Técnicas en Zona Rural con Internet movil.	46
7.3.- Valores de los servicios de internet movil	49
7.3.1.- Claro Chile	49
7.3.2.- Entel Chile.....	50
7.3.3.- Movistar Chile	51
7.4.- Internet Hogar por Fibra Óptica.....	52
7.5.- Comparación entre servicios y tecnologías.....	54

8.- Metodología de Trabajo y Gestión	55
8.1.- Metodología de Trabajo	55
8.2.- Metodología de Gestión	56
8.2.1.- Áreas de Conocimiento	56
8.2.2.- Áreas de aplicación para el proyecto.	57
9.- Plan de Tesis	58
9.1- Definición de tareas	58
9.1.1.- EDT	58
9.2 Relación de dependencia entre tareas	59
9.3 Hitos	59
10.- Analisis de Requerimientos.....	63
10.1.- Requerimientos Funcionales.....	63
10.2.- Requerimientos No Funcionales	65
10.3.- Matriz de trazabilidad	66
11.- Posible Soluciones	67
11.1- ADSL.....	67
11.2- Banda Ancha Móvil	69
11.3- ISP en Zona Rural.....	70
11.4- Comparación de soluciones	72
11.5- Justificación de la solución escogida.....	72
12.- Diseño de proyecto técnico de un ISP Rural.....	73
12.1.- Plantear solución.....	73
12.2.- Determinar equipos	73
12.3.- Desarrollo de solución.....	80
12.4.- Diseño de red.....	81
12.5.- Implementación de red.....	81
12.6.- Costos del proyecto.....	85
13.- Obtención de resultados	87

14.- Evaluación de resultados	96
14.1.- Validación de objetivos específicos.....	101
15.- Conclusiones.....	105
15.1.- Aumentar accesos a Internet.	105
15.2.- Mejorar la eficiencia de los accesos a Internet.....	105
15.3.- Mejorar la señal de los servicios de Internet	106
16.- Referencias	107

1.- Introducción

Durante el transcurso de la historia la necesidad del hombre de estar comunicados entre sí ha sido una necesidad primordial, tales vivencias y experiencias han hecho que el hombre haya ido evolucionando, el primer paso del hombre en esta índole fue solo por comunicación por voz, señas y símbolos. Sin embargo, la humanidad ha ido adoptando y evolucionando para solucionar sus procesos de comunicación, para lo cual la tecnología ha tomado un protagonismo indispensable, señales de humo, dibujos en las cuevas fueron las primeras técnicas adoptadas por los seres humanos.

Una vez superadas las primeras vallas la necesidad de los hombres fue dejar mensajes más permanentes, he ahí el nacimiento de la escritura o mejor llamada la era pictográfica.

Mediante el desarrollo de la escritura el cual tenía significado, pero no el sonido de las palabras, al igual que los jeroglíficos egipcios pasaron por el mismo proceso el cual es de pictogramas a ideogramas (Telefónica 2016).

Nuestro alfabeto como se conoce tiene como origen en oriente y los Fenicios lo llevaron a Grecia, donde agregaron sonidos a las vocales, cabe resaltar que el alfabeto latino fue desarrollado en los países más occidentales de predominancia Romana.

Luego de todo este desarrollo hubo la necesidad de encontrar la forma de comunicarse a distancia, en este caso los Incas ya contaban con un sofisticado sistema de postas y relevos para dar noticias al imperio.

Los sistemas postales fueron evolucionado conforme a la creación y puesta en marcha de los ferrocarriles, vehículos a motor, aviones y otros sistemas de transporte (Telefónica 2016).

Al pasar de los años siempre el ser humano ha buscado medios de comunicación que sean más rápidos y eficientes, como lo son el semáforo, telégrafo, multiplexor telegráfico, teléfono, enlaces inalámbricos, Radio AM, radio FM, la TV, radares,

Satélites, red de computadores, comunicaciones ópticas, telefonía celular (Telefónica 2016).

La Internet es la red de comunicación que interconecta computadoras entre sí para comunicarse y compartir cualquier información, y que hoy en día está al alcance de cualquier persona en distintas partes del mundo.

Los inicios de la Internet radican a la década de 1960, una agencia de investigación llamada ARPA decide y proyecta darles un uso adicional a las computadoras para investigaciones científicas y académicas, en Estados Unidos este sistema fue llamado como ARPANET y fue instalado como proyecto de investigación militar en algunas universidades, para luego convertirse en una herramienta científica (Szymanczyk, 2013).

Para la década de 1970 ARPANET realiza su primera conexión a través de Estados Unidos cuya tarea en su ejecución fue realizada por la empresa AT&T.

Durante el transcurso del año 1973 se logra la primera conexión internacional que contaba con solo 2000 usuarios y el principal uso que se le daba es para el envío y recepción de correos electrónicos, gracias a estos avances tecnológicos en el año 1974 se logra establecer lo que hoy conocemos como la Internet, la cual es para tener el control de la transmisión de la información de ida y vuelta (Szymanczyk, 2013).

Para el año 1989 se da origen a lo que hoy conocemos como la Internet o “World Wide Web” (www), la cual fue creada en 1989 por Tim Barners Lee en el Instituto Europeo de Investigación, ya para el año 1998 los sistemas de redes de fibra óptica transmitían 3.2 Terabits por segundo (Szymanczyk, 2013).

1.1.- Motivación

En el presente siglo la internet se ha vuelto una herramienta indispensable para la educación y el aprendizaje de los jóvenes de nuestro país, lo que antes se tenía que hacer de forma presencial como la búsqueda de libros, textos de estudio ahora se puede realizar a distancia, gracias a la Internet ya no se tiene que almacenar gran cantidad de información en computadores, discos duros o bibliotecas.

Las cifras son elocuentes el 93% de los niños y adolescentes entre los 9 y 17 años tiene una mayor preferencia por el uso de la Internet para el desarrollo de sus estudios, trabajos y tareas en el ámbito educacional (Jiménez, <http://www.icei.uchile.cl>, 2017).

Los estudios afirman y ratifican que el 79% de los adolescentes ocupa la Internet para aprender algo nuevo y que tiene directa relación a la educación de este rango etario (Jiménez, <http://www.icei.uchile.cl>, 2017).

No es un misterio que los jóvenes de nuestro país están utilizando y explotando el uso de la Internet, pero en este contexto ¿será la misma brecha entre los estudiantes de las zonas urbanas con las zonas rurales de una ciudad o de nuestro país?, la creciente demanda y el explosivo aumento en los abonados de este servicio nos dan cuenta de que el uso de esta tecnología se ha vuelto fundamental tal como lo indica la ilustración 1 (Subtel, 2014).

**Cuadro 2.1: Porcentaje de Hogares con Internet en el Hogar,
Países OECD y de la Región**

Países	2003	2006	2009	2012
Alemania	54.1	67.1	79.1	85.0
Australia	53.0	60.0	71.8	81.4
Austria	37.4	52.3	69.8	79.0
Bélgica	46.0	54.0	67.4	78.0
Canadá	56.9	68.1	77.8	83.0
Chile	12.6	19.2	31.3	45.3
Dinamarca	64.2	78.7	82.5	92.0
Eslovenia	40.0	54.4	63.9	74.0
España	27.5	39.1	54.0	68.0
Estados Unidos	54.7	59.9	68.7	75.0
Estonia	17.4	45.6	63.0	75.0
Finlandia	47.4	64.7	77.8	87.0
Francia	31.0	40.9	63.0	80.0
Grecia	16.3	23.1	38.1	54.0
Holanda	60.5	80.3	89.7	94.0
Hungría	10.7	32.3	55.1	69.0
Irlanda	35.6	50.0	66.7	81.0
Islandia	78.0	83.0	89.6	95.0
Israel	30.8	43.3	66.3	73.4
Italia	32.1	40.0	53.5	63.0
Japón	53.6	60.5	82.5	86.0
Korea	78.1	94.0	95.9	97.4
Luxemburgo	45.4	70.2	87.2	93.0
México	8.1	10.1	18.4	26.0
Noruega	60.5	68.8	85.6	93.0
Nueva Zelanda	50.0	64.6	75.3	87.4
Polonia	14.0	35.9	58.6	70.0
Portugal	21.7	35.2	47.9	61.0
Reino Unido	55.1	62.6	76.7	88.6
República Checa	14.8	29.3	54.2	71.0
República Eslovaca	17.0	26.6	62.2	76.6
Suecia	67.5	77.4	86.0	92.0
Suiza	60.5	70.5	80.0	90.0
Promedio OECD sin Chile	41.9	54.4	69.0	78.7
Brecha Chile vs. OECD	-29.3	-35.3	-37.7	-33.4
Argentina	11.0	14.6	27.0	47.5
Brazil	11.5	16.8	23.9	45.4
Colombia	5.5	7.1	15.0	32.1
Peru	1.4	4.7	10.4	20.2
Uruguay	13.3	13.4	27.7	48.4

Fuente: ITU World Telecommunications / ICT Indicators database 2013

Ilustración 1 Porcentaje de Hogares con Internet (Subtel, 2014).

El acceso a esta tecnología que desde ahora se llamará Internet es más frecuente en los hogares que son parte de las zonas urbanas en desmedro de las zonas rurales de nuestro país, teniendo en consideración que la banda ancha o ADSL es el producto primordial para usar y contratar por los miles de usuarios tal como lo indica la ilustración 2 (Subtel, 2014).

	Urbana	Rural	Nacional
	%	%	%
Si	64.1	36.0	60.5
No	35.9	64.0	39.5

Fuente: IV Encuesta de acceso y uso de Internet en los hogares chilenos

Ilustración 2 Uso de Internet en Hogares chilenos (Subtel, 2014).

Por lo demás cabe resaltar que hay un gran numero en nuestra población que aun no tiene acceso a la Internet en cualquiera de sus formas, tal como lo inidca la ilustración 3 (Subtel, 2014).

	Urbana		Rural		Nacional	
	% (por hogar)	% (por acceso)	% (por hogar)	% (por acceso)	% (por hogar)	% (por acceso)
ADSL-BAF	84.2	62.4	24.5	21.0	79.7	59.6
USB-BAM	15.1	11.2	71.3	61.2	19.4	14.5
Smartphone	35.7	26.4	19.9	17.1	34.5	25.8
Conexion-Satelital	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0
Otro	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0

Fuente: IV Encuesta de acceso y uso de Internet en los hogares chilenos

Ilustración 3 Uso del Internet (Subtel, 2014).

Para ser enfáticos y para destacar de forma concreta la enorme brecha que hay entre las zonas urbanas y rurales de carácter en el acceso a la Internet se muestra la distribución de la población nacional en el uso de dicha tecnología, tal como lo muestra la ilustración 4 (Subtel, 2014).

Distribución de la Población Nacional según Región y Área U/R

Región	Urbana		Rural		Total	
Arica y Parinacota	160,581	1.1%	19,034	0.8%	179,615	1.0%
Tarapacá	312,349	2.0%	23,772	1.0%	336,121	1.9%
Antofagasta	579,219	3.8%	15,336	0.7%	594,555	3.4%
Atacama	259,571	1.7%	27,071	1.2%	286,642	1.6%
Coquimbo	607,198	4.0%	142,176	6.3%	749,374	4.3%
Valparaíso	1,660,081	10.9%	153,998	6.8%	1,814,079	10.3%
O'Higgins	645,673	4.2%	262,880	11.6%	908,553	5.2%
Maule	694,978	4.5%	336,644	14.8%	1,031,622	5.9%
Bio Bio	1,739,230	11.4%	334,864	14.7%	2,074,094	11.8%
Araucanía	675,848	4.4%	318,532	14.0%	994,380	5.7%
Los Ríos	262,639	1.7%	120,102	5.3%	382,741	2.2%
Los Lagos	613,953	4.0%	253,362	11.1%	867,315	4.9%
Aysén	91,986	0.6%	15,929	0.7%	107,915	0.6%
Magallanes	149,097	1.0%	11,067	0.5%	160,164	0.9%
Metropolitana	6,829,931	44.7%	239,714	10.5%	7,069,645	40.3%
Total	15,282,334	100.0%	2,274,481	100.0%	17,556,815	100.0%

Ilustración 4 Distribución del uso del Internet en Chile (Subtel, 2014).

Un dato no menor que debemos tener en cuenta es que un 95,1% de los usuarios prefieren ingresar a Internet por medio de su dispositivo móvil (celular), un 54,8% a través de su laptop, un 20,6% a través de una computadora de escritorio, un 19,3% a través de una Tablet y un 9,9% a través de una consola de juegos, tal como lo indica la ilustración 5 (13, 2018).

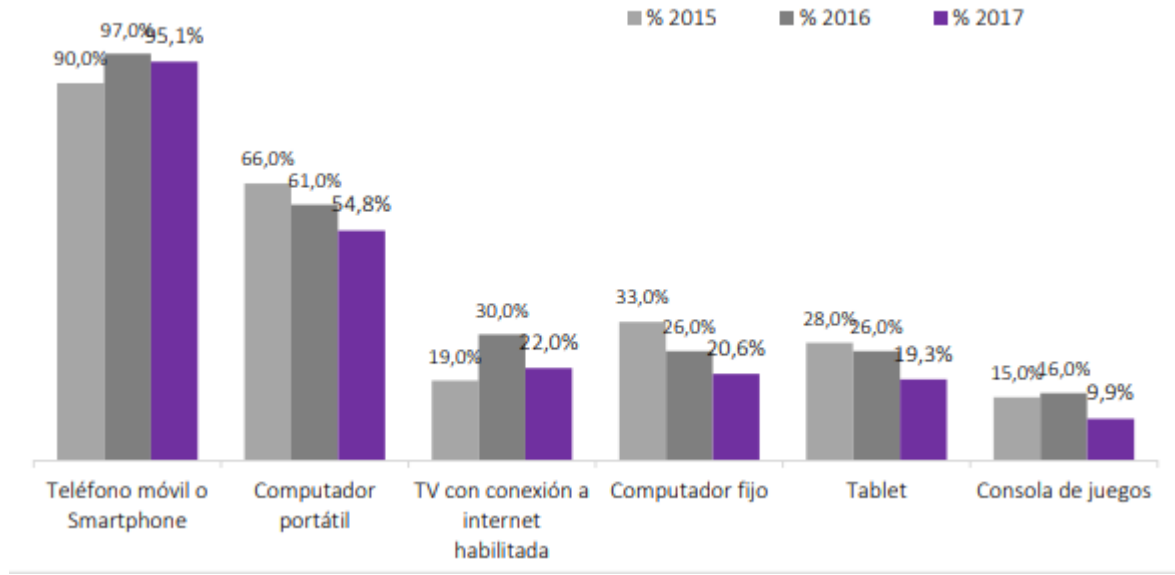


Ilustración 5 Uso de aparatos tecnológicos para acceder a Internet (13, 2018).

Gracias al acceso a la internet los estudiantes adolescentes pueden desarrollar y complementar de mejor forma su aprendizaje en la escuela y en ámbitos como es la salud, por los demás y para lograr una buena forma de adaptación a esta herramienta tecnológica es fundamental en primera instancia la autoeducación en este recurso, seguido muy de cerca por la educación entre pares tal como lo indica la ilustración 6 (UNICEF, 2017).

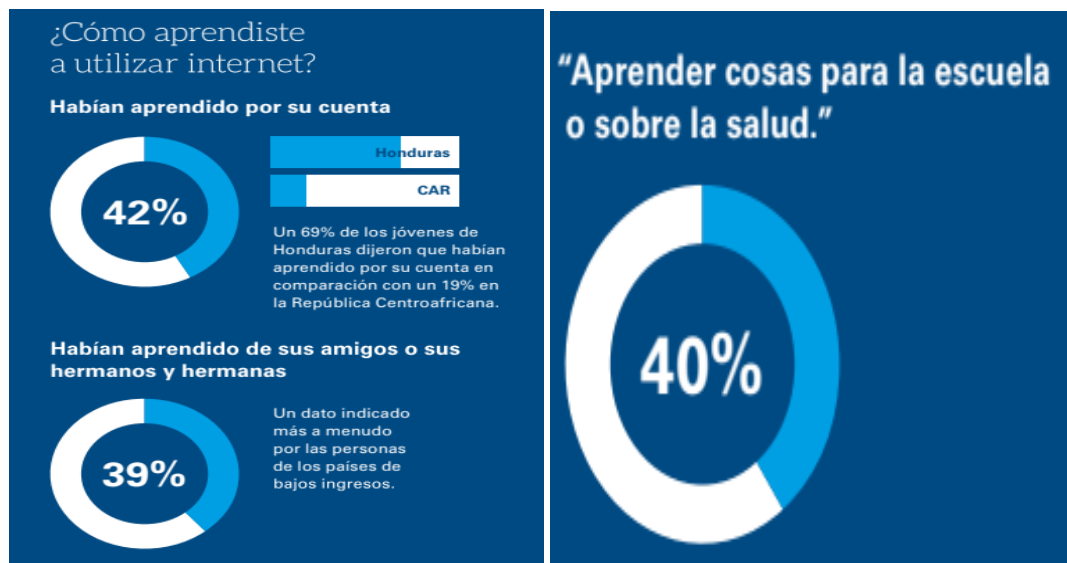


Ilustración 6 grafico (UNICEF, 2017).

La educación va a avanzando a pasos agigantados a modelos semipresenciales y online, lo cual responden a que la neceisas de tener una conexión a internet se vuelve fundamental y por lo demás la calidad enel servicio ha ido mejorando cosniderablemente con el transcurros de los años, cada estudiante ya sea de pregrado, enseñanza media o basica tiene la necesidad de aprender a distancia, el mundo online permite el desarrollo de nuevas competencias y logra de una globalización y descentralización de la educación y el aprendizaje (Emol, 2017).

Para aterrizar estos conceptos y llevarlos a nuestra sitaución país la educación y formación academica en Chile en ambitos del uso de la internet va ganando un terreno importante, fuentes como el Miniserio de Educación (Mineduc), existen un total de alumnos de pregrado en una carrera online de un 2,1% y de un 0,6% en carreras semipresenciales (Emol, 2017).

En este sentido es posible que estas cifras no sean tan relevantes pero si se toma en cuenta la experiencia de años anteriores la cantidad de alumnos matriculados al año 2012 fue de 8.291 personas versus el año 2016 que fue de 24.659 personas, y si esta comparación la hacemos entre los años 2015 y 2016 el crecimiento a sido de un 21% con respecto a los alumnos matriculados (Emol, 2017).

1.2.- Marco de trabajo

Este proyecto se enmarca en dos ámbitos, el primero tiene un carácter en el uso de la internet, la mejora de la educación y aprendizaje. Por otra parte, la implementación de un ISP en una zona rural cabe resaltar que este proyecto será presentado y trabajado en forma de prototipo, por ende, es de vital importancia enfatizar que en el desarrollo de este proyecto habrá maquetas que nos indiquen como será funcionamiento del ISP a presentar.

2.- Identificación del problema

En las distintas regiones del país (Chile) existe un porcentaje amplio de personas que tienen un servicio deficiente en telefonía o acceso a la Internet, por lo demás también hay zonas que por su geografía los accesos a las distintas tecnologías es inexistente. No es un misterio que los testimonios que cuentan que para acceder a la cobertura de telefonía celular o internet móvil tengan que trasladarse a localidades cercanas, esto con el fin de cumplir con los compromisos escolares o laborales (Mercurio, 2018).

Si bien es cierto, Chile esta avanzando a pasos agigantados a ser un país desarrollado su penetración a los hogares con Internet en comparación con los países desarrollados aun es bajo tal como indica la ilustración 7 (SUBTEL, 2016).

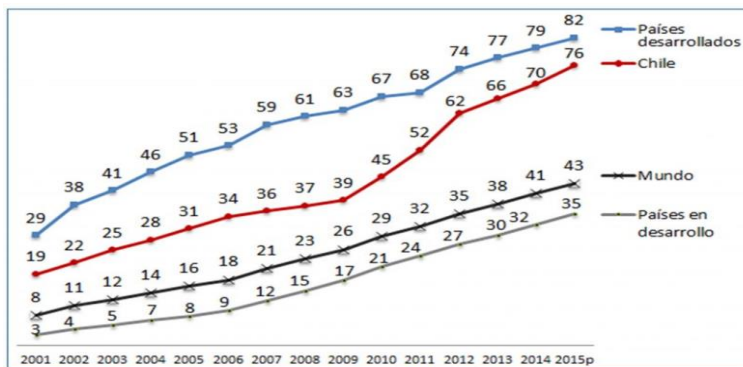


Ilustración 7 - Penetración del Internet en hogares chilenos vs Resto del mundo (SUBTEL, 2016).

2.1.- Diagrama de Ishikawa

El siguiente diagrama da a conocer las causas que se asocian a cada uno de los inconvenientes o problemas que en su totalidad provocan que haya accesos a Internet deficientes o inexistentes en las distintas zonas rurales del país (Chile).

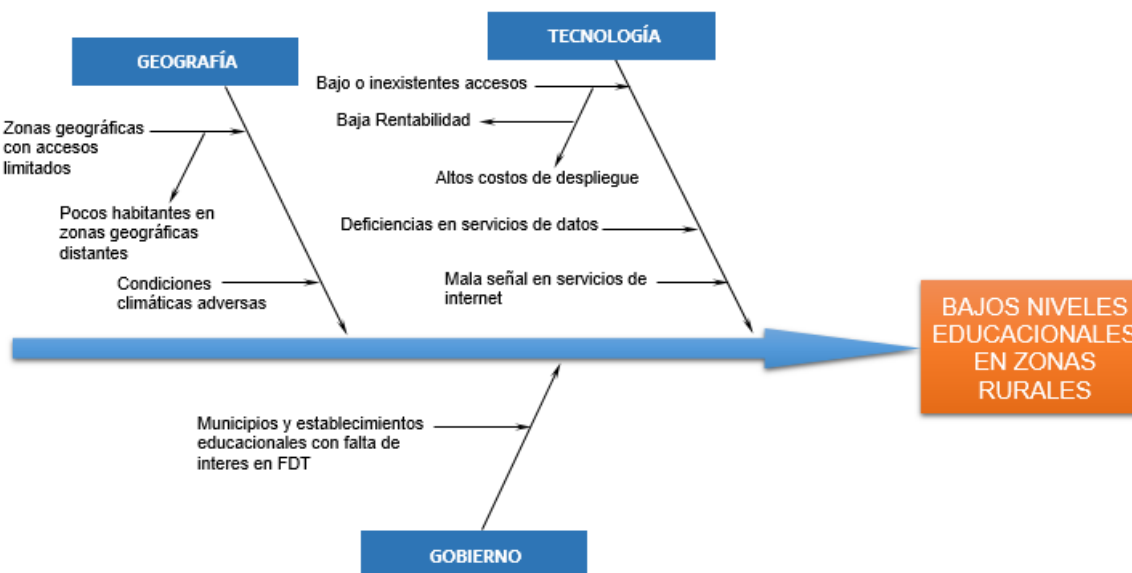


Ilustración 8 - Diagrama Causa – Efecto.

2.2. P01. Bajo o inexistentes accesos (Tecnología)

El acceso a Internet en zonas rurales es bajo o inexistente, ya que muchas personas deben recorrer largas distancias para lograr tener algún tipo de comunicación hacia otros lugares del país, por lo demás la baja rentabilidad y los altos costos de despliegue de los servicios debido a la baja cantidad de habitantes en las zonas rurales del país (Mercurio, 2018).

2.3. P02. Deficiencia en servicios de datos (Tecnología)

En algunas zonas rurales del país (Chile) hay acceso a Internet pero sus accesos a la red son deficientes ya sea por las condiciones climatológicas, geográficas o por la calidad de servicio las cuales no permiten tener una buena experiencia de uso (Mercurio, 2018).

2.4. P03. Mala señal en servicios de Internet (Tecnología)

Los accesos a los servicios de Internet en las zonas rurales presentan mala señal lo cual arrastra un problema en las distintas tecnologías de comunicación, ya sean correos, descarga de imágenes o archivos, bajo esta premisa pensar en implementaciones de servicios que vayan de la mano con esta época se dificultan al extremo de que distintos estudiantes puedan acceder a dichos recursos, esto claramente marca una brecha importante entre los alumnos de escuelas urbanas con rurales, esto lo reafirma la VII encuesta de accesos, usos y usuarios de Internet (SUBTEL, <https://www.subtel.gob.cl>, 2016).

2.5. P04. Municipios y Establecimientos educacionales con falta de interes en FDT (Gobierno)

Si bien es cierto que hay problemas de accesibilidad a las distintas localidades y que los accesos a Internet son bajos o inexistentes, también es un hecho que los municipios y los establecimientos educacionales tampoco muestran un interes en postular en los Fondos de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FDT) lo cual podría facilitar en cierta parte los accesos a dicha tecnología (SUBTEL, Subtel.gob.cl, 2019).

2.6. P05. Zonas Geográficas con accesos limitados (Geografía)

Las zonas geográficas son un gran factor a considerar dentro de las problemáticas, ya que hay sectores dentro de Chile que su accesibilidad es muy reducida, dicha condición no es un tema que afecte a la zona austral sino que tambien pueblos nortinos (Mercurio, 2018).

2.7. P06. Condiciones climáticas adversas (Geografía)

La condiciones climáticas son un factor a considerar ya que las tormentas eléctricas, fuertes nevazones y los fuertes vientos afectan la opertividad o buen funcionamiento del servicio de Internet, ya sea por transmisión MMOO, ADSL o Red 4G, es más en las zonas rurales de Chile donde la condiciones climáticas adversas son un problema constante (Mercurio, 2018).

3.- Objetivos

3.1.- Objetivo General

Diseñar un proyecto técnico de un ISP (Internet Service Provider o Proveedor de Servicios de Internet) en una zona rural para incrementar los accesos a Internet tanto en escuelas como en sectores residenciales en dichas zonas.

3.2.- Objetivos Específicos

3.2.1.- O.E.1. Aumentar accesos a Internet

Se aumentará en al menos un 30% los accesos a la Internet en la zona rural escogida, contemplando escuelas y domicilios particulares.

3.2.2.- O.E.2. Mejorar la eficiencia de los accesos a Internet

Aumentar la eficiencia de servicio entregando, accesos a la Internet con calidad de un 50%.

3.2.3.- O.E.3. Mejorar la señal de los servicios de Internet

Aumentar la calidad de la señal a transmitir en 50%.

La tabla que viene a continuación representa la matriz para definir las métricas con los índices comparativos entre los valores medidos “VAM” y los valores a conseguir y trabajar “CEM”.

O. Especf.	Métrica / Unidad	VAM	CEM
OE1.	Accesos: Cantidad de accesos y usuarios	Accesos \leq 30%	Accesos \geq 30%
OE2.	Eficiencia: Servicio de Internet	Servicio \leq 50%	Servicio \geq 50%
OE3.	Señal: Aumento de la señal	Señal \leq 50%	Señal \geq 50%

Ilustración 9 – Matriz Objetivos Específicos

4.- Matriz de trazabilidad

Gracias a la matriz de trazabilidad se puede estipular las soluciones para cada uno de los problemas definidos anteriormente, para lo cual cada uno de los objetivos resuelve los problemas ya descritos en el capítulo 2.

Problemas O. Específicos	P01	P02	P03
OE1.	*		
OE2.		*	
OE3.			*

Ilustración 10 – Matriz de trazabilidad

P01. Bajo o inexistentes accesos

P02. Deficiencia en servicios de datos

P03. Mala señal en servicios de Internet

O.E.1. Aumentar accesos a Internet

O.E.2. Mejorar la eficiencia de los accesos a la Internet

O.E.3. Mejorar la señal de los servicios de Internet

5.- Alcance

El proyecto consta en la implementación de un ISP en zona rural, esto con el fin de proporcionar acceso a internet mediante una red de fibra óptica tanto para los domicilios particulares, empresas, colegios, etc.

Mediante la creación y aumento de los accesos a la Internet se pretende hacer una mejora paulatina de la problemática en cuestión, además que la entrega de los servicios de Internet por red de fibra óptica irá en directo beneficio para apalejar las deficiencias en los servicios de datos y el mejoramiento de la señal que se entrega.

5.1.- Limitaciones del Alcance

La implementación de este proyecto no contempla mejoramientos de los accesos a zonas geográficas limitadas, como también a las localidades donde hayan pocos habitantes. Es un hecho que no se puede mejorar las condiciones climáticas ya que contra las condiciones naturales no se puede luchar.

Por otra parte, tampoco se contempla dar a conocer a los distintos municipios y establecimientos educacionales los Fondos de las Telecomunicaciones (FDT).

5.2.- Supuestos

La implementación de este proyecto será en dos fases la primera que será mediante maquetas que expliquen el funcionamiento real del proyecto y por otra parte y de ser necesario una puesta en marcha de simuladores de equipos de red para confirmar y ratificar lo que en si se quiere implementar.

5.3.- Hipótesis

Gracias a la masificación de la fibra opica y los desarroloos tecnologicos en este ambito , se puede otorgar un servicio de Internet por este medio de transmisión, más eficiente y con una mayor calidad.

6.- Marco Teorico

Para comprender de buena forma lo planteado en esta tesis que consta de la implementación de un ISP en una zona rural, debemos definir los distintos conceptos que encasillan a dicho planteamiento, por los demás se detallan las siguientes sentencias:

6.1.- Internet

Para definir la internet se puede indicar que es una cohorte que encasilla un macro de redes de computadoras interconectadas que se logran unir en todo el mundo, en dicha conexión se puede conectar de distintas formas o medios los cuales son el ADSL, Radiocomunicación, Satélites, Fibra Óptica, etc. La Internet nos permite acceder a millones de contenidos que van desde enviar un correo hasta contenidos visuales y musicales.

Lo más apasionante de la Internet es que tiene mucho dinamismo ya que cada día cambia y evoluciona para que millones y millones de host puedan acceder a los distintos usos ya descritos, Dicho esto la Internet es un sistema global de información que cubre todo el mundo, gracias a sus estándares cualquier usuario que esté en cualquier parte del mundo podrá usar esta tecnología, durante el desarrollo de la estandarización en la comunicación se logra la implementación de la World Wide Web (Eck, 2002).



Ilustración 11 – Tipos de conexiones a Internet. (Econectia, 2019).

6.2.- Modelo OSI

El modelo OSI se desarrolló en la década de los 80, dicha creación estuvo a cargo de la ISO (International Organization for Standardization). El estándar fue creado con el fin de que las interconexiones de los sistemas de distinta procedencia puedan cambiar o intercambiar todo tipo de impedimento ya que anterior al modelo OSI los protocolos y estándares operaban de manera propia según el fabricante.

El modelo OSI fue creado con 7 capas o niveles de funcionamiento, los niveles o capas tienen funciones propias que unidas logran un objetivo final que es que sea posible la intercomunicación de los distintos protocolos, cabe resaltar que dicho modelo no es una topología de una red o una red en sí misma, en líneas generales este modelo define la funcionalidad de los protocolos para hacer un estándar en la comunicación entre distintos dispositivos (Peña Millahual, 2012).

Los niveles que conforman el modelo OSI se detallan en la siguiente ilustración:



Ilustración 12 – Capas del modelo OSI. (Seaccna, 2019).

Por lo siguiente ahora es el turno de la descripción de cada uno de los niveles del modelo OSI, cada uno de estos tendrá sus propias funcionalidades y protocolos que operan para lograr la comunicación con otros niveles.

Además, cabe resaltar que cada nivel opera de forma independiente uno del otro, sin necesidad de que cada uno sepa cómo trabaja, esto garantiza que cada nivel es modificable y que no hay una influencia entre ellos, por ejemplo, si hay una modificación en la capa física, la capa de enlace de datos no se verá afectada (Peña Millahual, 2012).

Los niveles del modelo OSI tiene dos grupos de orientación en su funcionamiento, los cuales son Red y Aplicación, por lo pronto la descripción de cada uno de ellos:

6.2.1.- Capas del modelo OSI orientados a la Red

Capa 1: Física

Nivel encargado de los elementos físicos de una conexión, los procedimientos electrónicos también son gestionados por esta capa, esto garantiza que la cadena de bits que llevan la información llegue sin alteración al receptor.

En la capa física se define el medio físico de transmisión, los cuales son: cables de pares trenzados, cable coaxial, ondas y fibra óptica, también conduce las señales eléctricas y transmite el flujo de bits, por lo demás define las

características de los materiales, como conectores y niveles de tensión (Peña Millahual, 2012).

Capa 2: Enlace de datos

Nivel encargado de establecer las comunicaciones de los elementos físicos, este nivel realiza los direccionamientos físicos de los datos, el acceso al medio y la detección de los errores en la transmisión de la información.

En esta capa se construyen las tramas bits que llevan la información, un elemento característico de esta capa es el Switch y también el Router los cuales se encargan de recibir y enviar los datos de un punto a otro.

Los protocolos más usados en esta capa son los IEEE 802 para las conexiones LAN y IEEE 802.11 para las conexiones Wifi (Peña Millahual, 2012).

Capa 3: Red

Nivel encargado de identificar el enrutamiento entre las redes conectadas, gracias a este nivel los datos pueden llegar desde el equipo transmisor al receptor por lo cual se hacen conmutaciones y encaminamientos para que lleguen los datos, una de las condiciones para que esta capa funcione correctamente se debe conocer la topología de red donde trabajará.

El protocolo más conocido que se encarga de esta funcionalidad es el IP (Peña Millahual, 2012).

Capa 4: Transporte

Nivel encargado de transportar los datos que están dentro del paquete de transmisión desde un transmisor a un receptor, dicha acción es realizada de manera independiente a la red que esté operando el servicio.

Esta capa funciona con puertos lógicos como son el 80, 20, 443, 25, etc. En este nivel es en donde se proporciona la calidad de servicio para que la transmisión sea un éxito y las necesidades de los usuarios sean cubiertas (Peña Millahual, 2012).

6.2.2.- Capas del modelo OSI orientados a la Aplicación

Capa 5: Sesión

Nivel encargado del control y mantención del enlace entre las maquinas que están enviando o y transmitiendo información, gracias a esta funcionalidad se asegura que una vez establecida una conexión esta estará activa mientras dura la transmisión de información.

También este nivel es encargado de mapear las direcciones de sesiones que un usuario escribe para luego otorgarlas a direcciones de transporte con las que trabajan los niveles inferiores (Peña Millahual, 2012).

Capa 6: Presentación

Nivel encargado de la presentación de la información que se transmitió, esta capa asegura que los datos que llegan a los usuarios sean legibles no importando el protocolo utilizado en el proceso de transmisión y recepción de datos, también es importante recalcar que en esta capa se trabaja con el contenido útil que se quiere ver (Peña Millahual, 2012).

Capa 7: Aplicación

Nivel encargado de permitir a los usuarios ejecuten acciones y comandos en las aplicaciones que usan, por ejemplo: el botón para enviar un correo electrónico o un programa para enviar archivos mediante FTP también proporciona la comunicación entre el resto de las capas inferiores (Peña Millahual, 2012).

Para resumir, lo descrito anteriormente se presenta una ilustración con las distintas funcionalidades del modelo OSI.

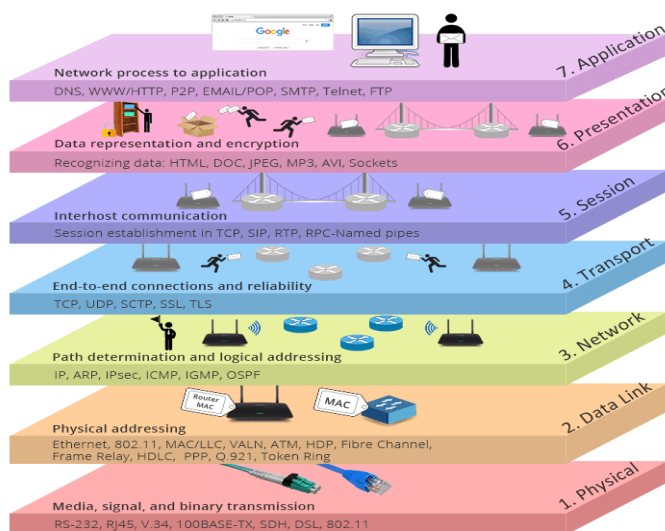


Ilustración 13 – Funciones de las capas del modelo OSI. (Ubuntizando, 2019).

6.3.- ADSL

La sigla ADSL viene del acrónimo Asymmetric Digital Subscriber o línea de abonado digital, es una tecnología que consiste en transmitir datos de manera digital apoyada en un medio físico el cual es el par de cobre (par CU) en dicha línea se aprovecha la conexión vía telefónica convencional para montar el servicio ya antes descrito, siempre y cuando las distancias no superen los 10 kilómetros de longitud en el cable desde la oficina central hasta el cliente final (Catalinas, 2007).

Esta tecnología de acceso a la Internet es por banda ancha, esto quiere decir que su velocidad de transferencia de datos es mayor a una conexión por un modem telefónico, esto implica que un modem telefónico ocupa el canal de voz para ejercer su funcionamiento no obstante en la banda ancha utiliza una frecuencia distinta para su funcionamiento (Catalinas, 2007).

Para ser ms explícitos las llamadas de voz convencionales utilizan una banda de frecuencia de 300 a 3400 Hercios (Hz), gracias al enrutador ADSL el servicio de banda ancha utiliza la banda de frecuencia de 25.8 KHz al 1104 KHz (Catalinas, 2007).

Lo descrito anteriormente se respalda con la siguiente ilustración, la cual da a conocer las bandas de frecuencia que utiliza el canal de voz y el ADSL.



Ilustración 14 – Frecuencias de voz y ADSL. (Wikipedia, 2019).

La franja de color rojo corresponde a la frecuencia que utiliza una llamada de voz, la franja de color verde corresponde a la frecuencia de subida del ADSL y la franja de color celeste corresponde a la frecuencia de bajada de dicha tecnología.

El ADSL conlleva el nombre de asimétrico porque sus capacidades de descarga y de subida de datos no son las mismas, esta tecnología fue creada para que la capacidad de descarga sea mayor a la de subida, ya que los usuarios comunes del servicio requieren dicha funcionalidad debido a que reciben más datos de los que envían (Abadía, 2004).

6.3.1- Ventajas y desventajas del ADSL

Como toda tecnología posee ventajas y desventajas en su funcionamiento, los cuales se detallan a continuación:

- **Ventajas**
 - Se puede realizar llamadas telefónicas al mismo tiempo que se está navegando por internet, ya que dicha tecnología trabaja por bandas diferentes.

- Gracias a la implementación de la red de telefonía fija su puesta en marcha en más rápida lo cual disminuye costos a las empresas proveedoras de servicio.
- El modem ADSL otorga mayores velocidades que uno de marcación telefónica, ya que hace uso de las distintas bandas de frecuencia antes descritas.
- Cada conexión entre Oficina Central (nodo) y cliente es distinta y exclusiva, lo que evita saturación en las redes compartidas (Abadía, 2004).
- **Desventajas**
 - Las líneas de telefonía convencional en algunas ocasiones no dan abasto con las exigencias de los clientes, esto se debe al ruido, atenuación, etc. Otro factor importante para considerar es la distancia entre la central y el cliente final.
 - La implementación en lugares donde no hay infraestructura es de muy alto costo, lo cual imposibilita la entrega del servicio.
 - La calidad del servicio dependerá de otros factores, los cuales son: las distancias desde la Oficina Central al cliente final, la ausencia de repetidores de señal, interferencias electromagnéticas, esto no ocurre por ejemplo en fibra óptica.
 - Sus velocidades y capacidades de transmisión son inferiores al cable coaxial y fibra óptica (Abadía, 2004).

6.4.- Fibra óptica

La fibra óptica es un filamento de fibra de vidrio flexible dieléctrica de color transparente que tiene un diámetro un poco más grueso que el cabello de un humano, dicho medio es utilizado principalmente para la transmisión de impulsos de luz.

La comunicación por fibra óptica nos ofrece una mayor transmisión de datos en su ancho de banda y una mayor distancia que los cables de par de cobre (CU), la efectividad de este medio evita las pérdidas por atenuación debido a las grandes distancias.

Este medio es inmune a las interferencias electromagnéticas, lo cual no es una cualidad de los cables de cobre, comúnmente tienen un núcleo rodeado de un material revestido transparentemente el cual posee un índice de refracción más bajo. La luz es mantenida en el núcleo gracias a un fenómeno llamado reflexión interna la cual causa que la fibra actúe como una guía de onda.

Dentro de los caminos de propagación de la luz las fibras permiten muchos caminos los cuales se denominan fibras ópticas multimodo (MM) y las que permiten solo un camino se les denomina fibras ópticas monomodo (SM). Las FO multimodo debido a su diámetro permiten comunicaciones a distancias cortas hasta 1000 metros, no obstante, la FO monomodo debido a su diámetro mucho menor permite comunicaciones sobre los 1000 metros (Rodríguez, 2012).

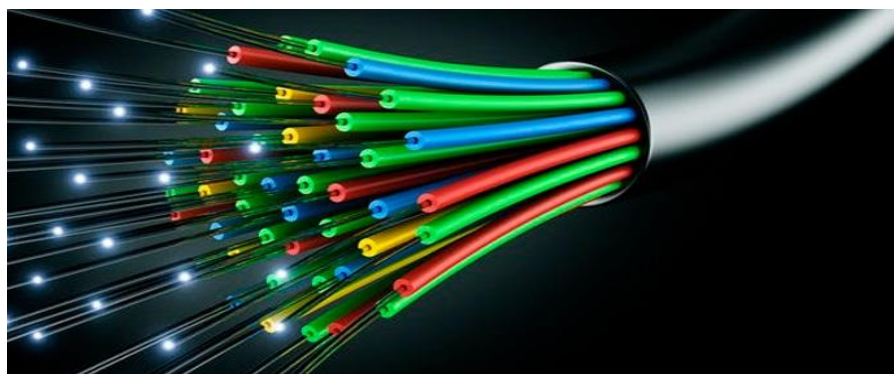


Ilustración 15 – Cable de Fibra Óptica (Redeszone, 2019)

Para conocer de mejor manera el interior de un cable de fibra óptica se presenta la siguiente imagen con los componentes o partes que forman dicho medio.

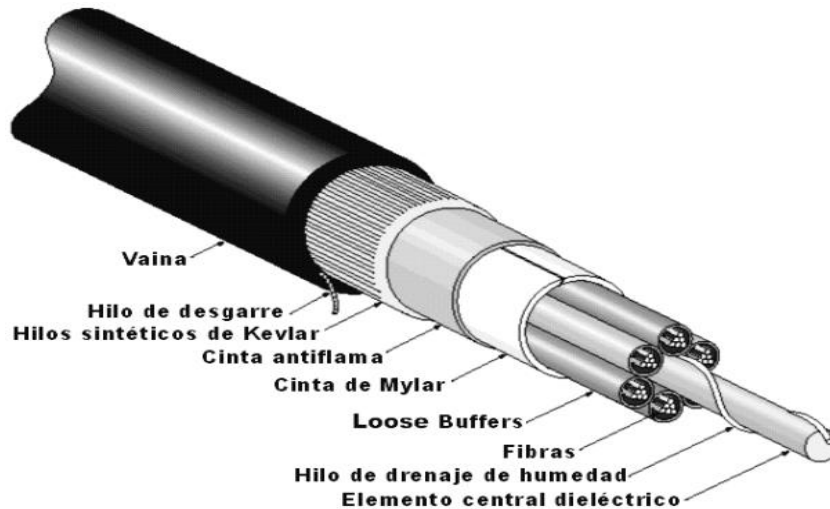


Ilustración 16 – Cable de Fibra Óptica desde dentro hacia fuera (Fibra Óptica Hoy, 2019).

Para que la fibra óptica funcione y logre transmitir los impulsos de luz antes descritos se somete a dos principios llamados Reflexión y Refracción, gracias a estos principios dicho medio puede llevar a cabo esta tarea, a continuación, una explicación breve de estos fenómenos:

- La Reflexión de la luz básicamente es el cambio de dirección de los rayos que ocurren en un mismo medio después de incidir sobre la superficie de un medio distinto.

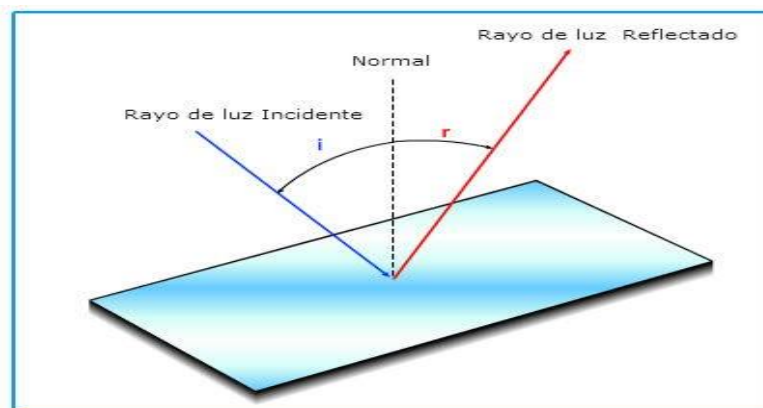


Ilustración 17 – Reflexión de la Luz (Portal educativo, 2019)

- La Refracción de la luz sencillamente es el cambio en la dirección de los rayos de luz que ocurre tras pasar estos de un medio a otro, en dicho fenómeno la luz se propaga con distinta velocidad (Rodríguez, 2012).

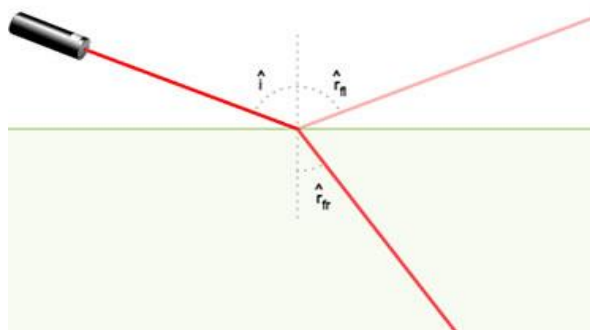


Ilustración 18 – Refracción de la Luz (Física Lab, 2019).

Ya explicados los dos fenómenos que ocurren en la transmisión de la luz por un cable de fibra óptica es preciso indicar y dar a conocer una ilustración que enmarque ambos fenómenos (Rodríguez, 2012).

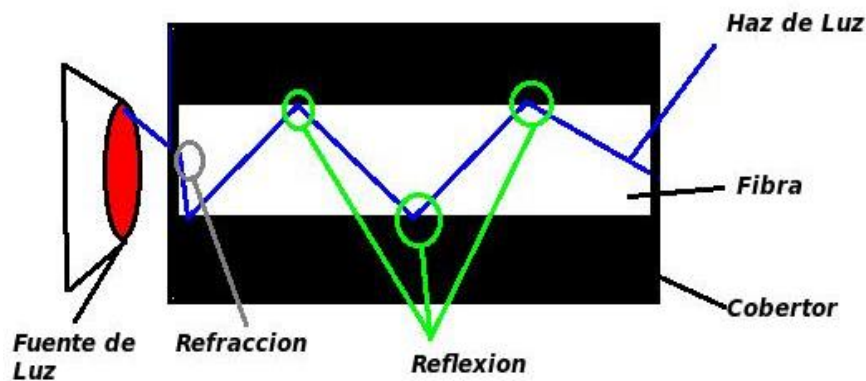


Ilustración 19 – Reflexión y Refracción de la Luz (Fibra Óptica Hoy, 2019).

6.4.1.- Tipos de Fibra óptica

Para determinar el tipo de fibra óptica es necesario saber la trayectoria que toma el haz de luz o la propagación dentro del filamento en consideración a lo antes descrito tenemos dos tipos de FO, los cuales son: multimodo y monomodo.

- **Fibra Óptica Monomodo**

Este filamento de fibra de vidrio tiene un diámetro de 8.3 a 10 micrones, al tener diámetro relativamente estrecho se propaga típicamente 1.310 o 1.550 nm. (nanómetros), tiene una capacidad de banda ancha mayor al multimodo, pero es necesario que la fuente de luz tenga un ancho espectral más estrecho, este tipo de medio es utilizado para los servicios de comunicación de mayor distancia y ancho de banda (Rodríguez, 2012).

- **Fibra Óptica Multimodo**

Este filamento de fibra de vidrio tiene un diámetro en su núcleo que puede estar entre 50, 62.5, y 100 micrones, el haz de luz que se propaga por este medio no viaja por un solo camino, sino que abarcan varios de ellos a través de su núcleo, que típicamente es de 850 o 1.300 nm, el ancho de banda (BW) brinda altas velocidades por ejemplo de 10 a 100 MB y en Gigabit se alcanzan distancias de 275 m a 2 km, sobre distancias medianas.

Por lo descrito antes se da a conocer el siguiente cuadro comparativo de velocidades vs distancias entre las FO Monomodo y Multimodo (Rodríguez, 2012).

Variante Eth.	Velocidad	Medio	Distancia
100Base-Fx	100 Mbps	f.o. MM OM1 1300 nm	2 Km.
100Base-Lx	100 Mbps	f.o. SM 1310 nm	15 Km.
1000Base-Sx	1 Gbps	f.o. MM OM2 850 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. MM OM1/OM2 1300 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10 Km.
1000Base-Zx	1 Gbps	f.o. SM 1550 nm	80 Km.
10GBase-SR/SW	10 Gbps	F.O. MM OM3 850 nm	300 m.
10GBase-LR/LW	10 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10-25 Km.
10GBase-Er/Ew	10 Gbps	f.o. SM 1550 nm	40-80 Km.

Ilustración 20 – Cuadro comparativo FO Monomodo versus Multimodo (Telecable, 2019).

6.5.- Switch

Este dispositivo sirve para la conexión de varios host dentro de una misma red de área local (LAN), los host pueden ser PC, Impresoras, Telefonos IP, etc. Los equipos switch no están limitados en el uso de las empresas sino que también pueden ser usados en redes particulares o domiciliarias.

Cabe resaltar a que los avances en materia de tecnología han cambiado mucho el funcionamiento básico de los equipos switch no lo ha hecho, dicho funcionamiento se enfoca en que un equipo transmite un mensaje y el switch se encarga de retransmitirlo solo por la salida en la que se encuentra su objetivo, esta tarea es realizada gracias a la dirección física de la tarjeta de red, la cual se conoce como MAC (González, 2013).



Ilustración 21 – Equipo Switch (Dotcom, 2019)

6.5.1.- Diferencia Switch y HUB

Un equipo HUB es un dispositivo de red que se encarga de la distribución de información donde el usuario no percibe diferencia alguna en el funcionamiento de la red, sin embargo el HUB distribuye la información en todos sus puertos al igual que sus anchos de banda (BW). En cambio el equipo Switch gracias a su distribución por registro MAC y a su configuración de velocidades lo hace un equipo de mejor funcionamiento.

Cabe resaltar que el HUB debe compartir la velocidad en todos sus puertos, esto merma el rendimiento de una red, por el contrario el equipo switch es configurable en sus anchos de banda lo que lo convierte en un equipo inteligente (González, 2013).



Ilustración 22 – HUB vs Switch (Cuadros comparativos, 2019).

6.5.2.- Diferencia Switch y Router

El equipo Router tiene como finalidad dar la conectividad a internet, también divide segmentos de red y unir una red con otra. El router impide que haya un intercambio de información de una red a otra.

Siendo más claros con la explicación los routers están más asociados a elementos que les permiten conectarse a redes más grandes, por ejemplo a red ADSL, Red de Internet, este host trabaja con direccionamiento IP (Capa 3 modelo OSI), mientras que los Switch trabajan con direccionamiento MAC (Capa 2 modelo OSI), es donde se hace la diferencia más grande entre un router y switch (González, 2013).

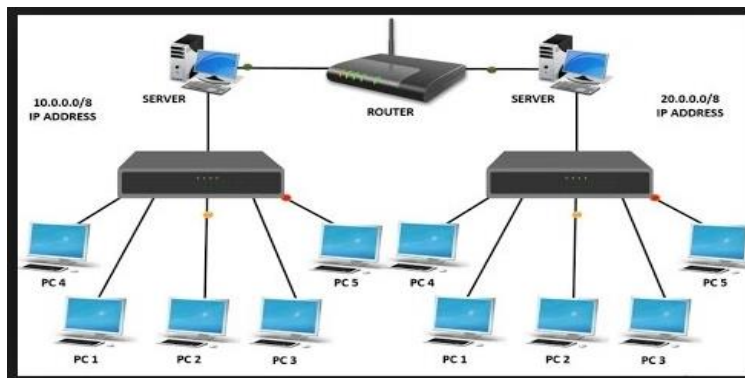


Ilustración 23 – Router y Switch dentro de la misma red (LEARNABHI, 2019).

6.6.- Conversor de medio óptico

Las conexiones a redes de fibra óptica que hoy en día son mas modernas y de mayor velocidad en cierta parte son gracias a un equipo llamado conversor o convertidor de medios de fibra óptica, básicamente un conversor de medios cambia las señales electricas del cable de cobre a señales de de luz o viceversa, dicha acción no altera o cambia el funcionamiento de la red.

El conversor de medios es un equipo pequeño que tiene sus interfaces eléctricas y ópticas en forma independiente a pesar que su alimentación eléctrica es una sola, comúnmente la conversion mas rutinaria es de luz a eléctrica, cabe resaltar que los conversores trabajan con fibras ópticas multimodo y monomodo, las velocidades en las cuales operan dichos equipos van desde los 10 Mbps al los 10 Gbps (Guerrero, 2002).

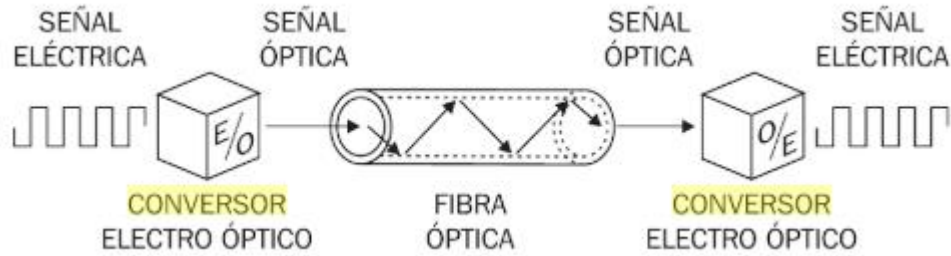


Ilustración 24 – Esquema de funcionamiento de un conversor de medios (Guerrero, 2002).



Ilustración 25 – Conversor de medios (Telco System, 2019).

6.7- Modulaciones en Fibra Óptica

En algunas ocasiones las señales de información no pueden ser transmitidas en forma directa, para que la transmisión de los datos tenga éxito debemos someter a las señales a un proceso llamado “modulación”.

Según las características de la señal es la técnica a utilizar para la modulación, en este caso la señal óptica no tiene amenazas electromagnéticas que puedan deteriorar la señal a transmitir.

Si se es más preciso si la transmisión es por FO su modulación será en base a la intensidad de luminosidad, esto quiere decir que la señal será transmitida por una guía de onda (Aguirre, 2013).

Algunas de las modulaciones son:

6.7.1.- Modulación directa (OOK)

Modulación simple que enciende y apaga un led o láser de manera rápida el circuito que retrata esta técnica es el siguiente:

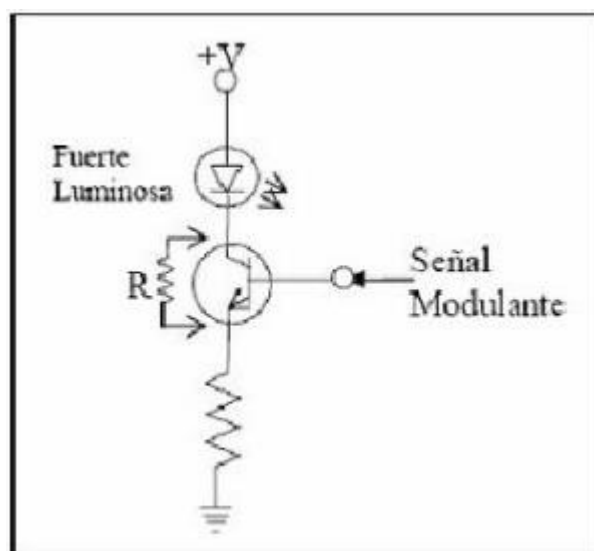


Ilustración 26 – Circuito Modulación Directa (Aguirre, 2013).

Este tipo de modulación tiene algunas dificultades que radican a la velocidad en el cual enciende y apaga, el cambio de luz es causado por la dependencia que esta requiere con el índice de refracción de los materiales semiconductores de la luz láser, al aumentar la corriente inyectada también aumentan las densidades de la portadora.

Si el índice de refracción cae, la potencia y componentes espectrales del pulso que se emitió, causan que la luz llegue menos clara lo cual dificulta la detección precisa (Aguirre, 2013).

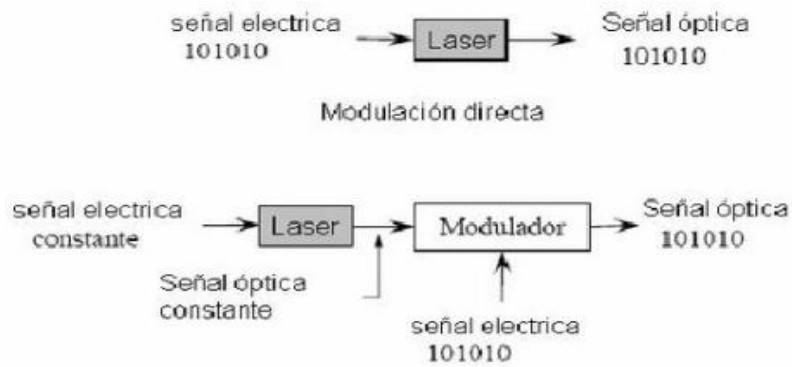


Ilustración 27 – Técnica de Modulación Directa (Aguirre, 2013).

6.7.1.- Modulación externa de intensidad

Esta técnica de modulación es barata costo y es adaptable a aplicaciones de bajo costo o a velocidades a transmitir de margen moderado, cuando se requiere aplicaciones de más alta complejidad se debe recurrir a la modulación externa.

Los moduladores electro-ópticos externos son fundamentales en los sistemas de comunicaciones ópticas actuales. Su rango de aplicación se encuentra en los sistemas digitales de alta velocidad.

La Modulación de fase de una señal luminosa se hace a través de guías de onda en Niobato de Litio con difusión de titanio. Se consigue al aplicar un voltaje a los electrodos posicionados sobre el cristal de Niobato de Litio, el campo producido por este voltaje tiene una interacción electro-óptica con el Niobato de Litio e induce un cambio en sus índices de refracción (Aguirre, 2013).

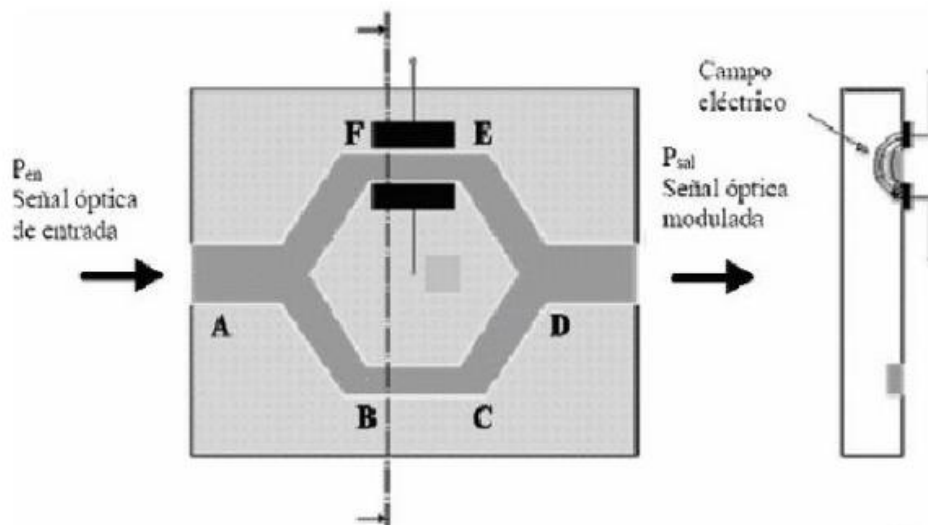


Ilustración 28 – Técnica de Modulación externa (Aguirre, 2013).

6.8.- Ancho de Banda (BW)

Es una cantidad de datos que se puede transferir desde un punto a otro dentro de una red, su escala de medición es medido en bits por segundo (bps), gracias al ancho de banda (BW) se puede determinar la capacidad de transmisión de una conexión lo cual indica la velocidad de un red determinada.

El ancho de banda también es un instrumento de medición en otras áreas por ejemplo, en el procesamiento de señales y en su diferencia de frecuencias. Con el desarrollo y adelantos tecnológicos los anchos de banda son superiores a los bits por segundo (bps) los cuales se identifican con prefijos métricos como megabits por segundo (Mbps), gigabits por segundo (Gbps) o terabits por segundo (Tbps).

Cabe resaltar que el ancho de banda se puede expresar en bytes por segundo y su denotación es con B mayúscula. Por ejemplo, 10 megabytes por segundo lo cual quedará expresado en 10 MB/s o 10MBps (Paessler, 2019).

La equivalencia de un byte es de ocho bits, haciendo la convergencia esto denotaría de la siguiente forma:

$$10 \text{ Mb/s} = 80 \text{ MB/s.}$$



Ilustración 29 – Medición de Ancho de Banda (pedia, 2019).

6.9.- Latencia

El concepto de latencia en redes de datos es básicamente el tiempo que demora un paquete en ser transmitido dentro de una red, es un factor a considerar al momento del establecimiento de una conexión a internet, en base a la conectividad que el usuario posee su latencia será menor o mayor, esto afecta en acciones comunes como la carga de una página web.

Para realizar la medición de latencia se aplica un comando llamado ping, el cual es medido en milisegundos (ms), esta acción mide directamente el tiempo de demora en una comunicación desde una red local al equipo remoto en la red IP.

La latencia es un factor que se puede evitar, para esto se debe prestar bastante atención en los siguientes puntos:

- La tecnología para acceder a Internet, ADSL o FO.
- La distancia entre los puntos donde se quiere establecer las conexiones, las redes y saltos dentro de esta misma.
- Las capacidades del host a conectar.

La mejor forma de disminuir la latencias dentro de un servicio de Internet es usando conexión por fibra óptica, ya que sus índices de medición indican que van desde los 4 a 20 milisegundos (ms) dentro de servidores que están en el mismo país (Test de Velocidad, 2019).



Ilustración 30 – Medición de Latencia (test de velocidad blog, 2019).

6.10.- Cobertura

La red de fibra óptica ha ido creciendo a límites donde 13 millones de habitantes de nuestro país tienen acceso a internet mediante algún medio, esto radica en que hay aproximadamente 20 millones de dispositivos conectados a una red. Estudios revelan que de cada 100 habitantes 76 cuentan con un acceso a dicha tecnología (CEP Chile, 2018).

Como fue mencionado anteriormente 13 millones de usuarios cuentan con internet del cual un 43% corresponde a hogares, lo que radica en un consumo de tráfico de 2 a 2,5 Tbps (CEP Chile, 2018).

La infraestructura de acceso por fibra proporciona una alta velocidad aunque el promedio de velocidad es de 8.6 Mbps, muy por debajo de países desarrollados como Japón y Corea, a pesar de estas cifras la cobertura por fibra óptica es de un 21.2% a nivel nacional, cabe resaltar que el medio que predomina en acceso a Internet es el par de cobre (CU). Por otra parte, los hogares con menores ingresos per cápita no tienen cobertura de los medios ya descritos (CEP Chile, 2018).

El Gobierno de Chile en vista a esta problemática lanza el Plan Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones (PNIT) por un monto de USD 3.000 millones, debido a los ajustes presupuestarios en los próximos años dicho proyecto presenta dificultades para subsidiar e implementar (CEP Chile, 2018).

Lo cierto es que hoy el tráfico de Internet que asciende a 81.2 Tbps es compartido en un 60% por los hogares, seguido con un 31.5% por los servicios públicos (Educación, Telemedicina, etc.) (CEP Chile, 2018).

La baja cobertura de internet fijo ha sido una realidad en la cual la Subtel y los gobiernos de turno han tratado de mejorar, no obstante, los números son elocuentes donde de un total de 25 millones de abonados a Internet un 10% corresponde a la red fija, por lo demás Chile tiene una totalidad del 6.7% de accesos de Internet por red FO. Cabe resaltar que las inversiones en infraestructura

en el campo de las telecomunicaciones ha ido bajando considerablemente (CEP Chile, 2018).

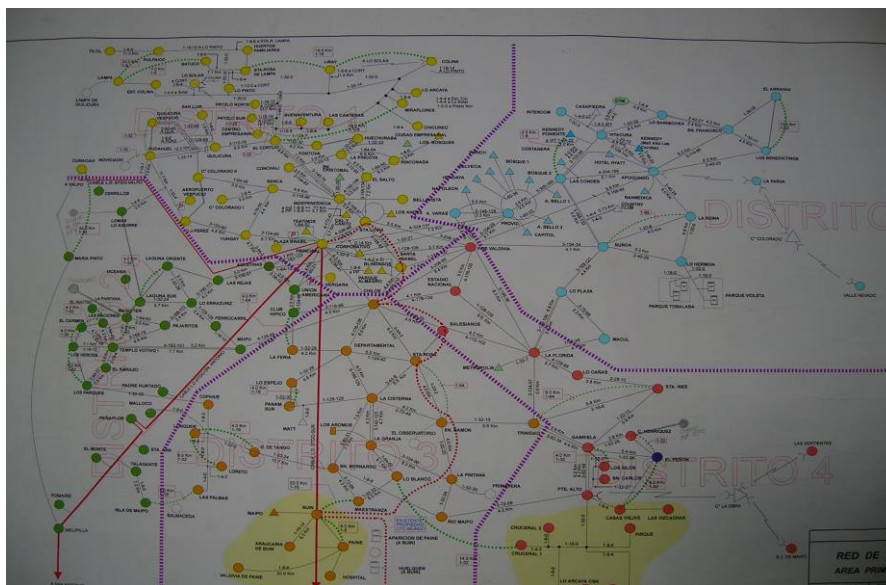


Ilustración 31 – Plano de Red Intercentral de FO Movistar (Telefónica CTC Chile, 2000).

6.11.- Funcionalidades del Switch - EtherChannel

Un EthernetChannel es una tecnología que permite la agrupación lógica de enlaces físicos ethernet, gracias a dicha técnica las conexiones físicas funcionan como un solo enlace además de la suma de velocidades de cada puerto físico a tartar con esto se obtiene un enlace en modo Trunk de alta velocidad (CISCO, 2007).

El EthernetChannel es una tecnología de Cisco y trabaja con el estándar 802.3 full duplex Fast Ethernet, el funcionamiento de este estandar permite que ssea implemenatdoen redes LAN, clientes, servidores, tanto en cabel de par trenzado y fibra optica (CISCO, 2007).

Hay dos versiones de EthernetChannel la primera es el PAGP y su propietario exclusivo es CISCO, la segunda es LACP que es una versión que sirve para el

resto de equipamiento que no corresponde a la empresa citada anteriormente (CISCO, 2007).

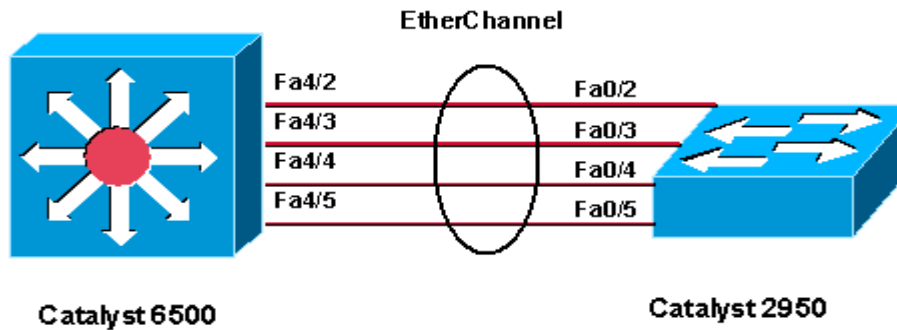


Ilustración 32 – EthernetChannel (CISCO, 2007).

6.12.- Funcionalidades del Switch – Modo Trunk

El modo Trunk o troncal es una configuración que va en los puertos de los Switch que forman parte de una red Ethernet, esta acción permite que varias Vlan puedan pasar sin inconvenientes por un solo enlace (SEA_CCNA_, 2015).

Un Trunk se puede ejecutar desde un Switch a Switch o de Switch a Router, cabe resaltar que los Trunk no pertenecen a ninguna Vlan por si solo (SEA_CCNA_, 2015).

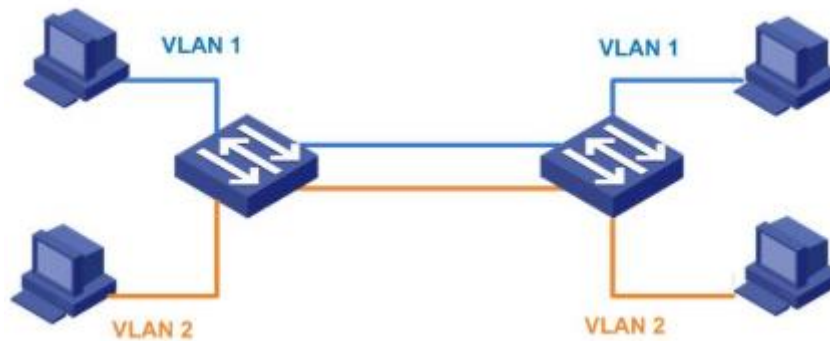


Ilustración 33 – Modo Trunk (SEA_CCNA_, 2015).

6.12.- Funcionalidades del Switch – Modo Access

El modo access o acceso tiene como finalidad dar conexión a los equipos finales o host, un puerto en modo access solo transporta el tráfico de una sola vlan la cual se le denomina “Vlan Nativa”, cabe resaltar que los puertos en modo access tambien pueden unir otros Switches pero es una acción no recomendable ya que una implementación de este tipo no es escalable (NK Sistemas, 2019)

Para ser más enfáticos con lo descrito anteriormente, cuando un host manda un paquete de información a través de un puerto que esta en modo access, esta información no lleva ningún identificador o Vlan, ya que es el equipo mediante su declaración de Vlan quien distribuye los paquetes a quien corresponda (NK Sistemas, 2019)

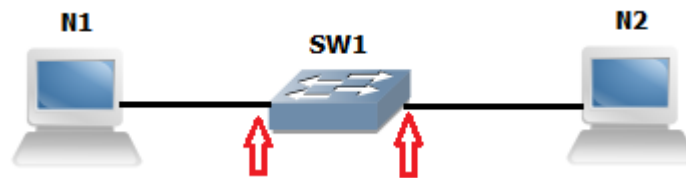


Ilustración 34 – Modo Access (Capa8net, 2014).

6.13.- Vlan

Una Vlan o virtual LAN es una red de área local que agrupa un conjunto de host de manera lógica y no física, para que los equipos de una red de área local puedan comunicarse dependen de una arquitectura física, la creación de las Vlans permite que éstas limitantes desaparezcan. En síntesis las redes LAN pasan a ser redes lógicas independientes unas de otras pudiendo coexistir sin problema alguno (IBM, 2019).

Cabe resaltar que el protocolo con el cual trabajan las Vlan's es el IEEE 802.1Q VLAN (IBM, 2019).

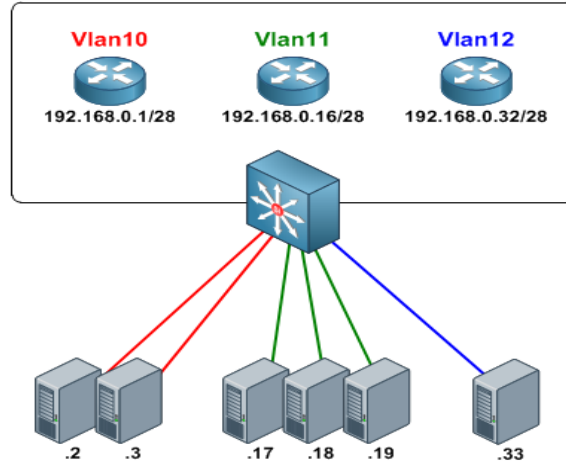


Ilustración 35 – Diagrama de red con Vlan's (Redes Zone, 2019).

7.- Estudio de Mercado

El siguiente estudio de mercado tiene como objetivo analizar propuestas en el ámbito de las telecomunicaciones para ser más específicos en el acceso a internet mediante el medio llamado fibra óptica.

7.1.- Acceso a internet en zona rural

Durante el año 2007 la SUBTEL buscó la posibilidad de penetrar y llegar con internet a las zonas rurales de Chile mediante la ayuda del Banco Mundial y los Fondos de desarrollo de las Telecomunicaciones. Por lo antes expuesto cabe resaltar que Chile es un país líder en su región en la aplicación de reformas en Telecomunicaciones, la banda ancha se ha desarrollado a pasos agigantados en el mundo pero en su mayor porcentaje en las zonas urbanas, es por eso que la SUBTEL busca impulsar la conectividad a pesar de que no es rentable para las empresas operadoras (SUBTEL_2007, 2007).

7.2.- Factibilidades Técnicas en Zona Rural con Internet móvil.

Se realiza una simulación de factibilidad técnica con Internet móvil en una zona rural, la comuna a elección es la de Alhue (Región Metropolitana de Santiago), los resultados obtenidos arrojan que hay factibilidad con los siguientes proveedores de

servicio Claro, Entel y Movistar, además la factibilidad arroja que hay servicio con tecnología 2G, 3G y 4G.

La primera factibilidad en analizar es la de Claro Chile, donde se puede apreciar que hay cobertura con internet móvil en tecnología 4G.

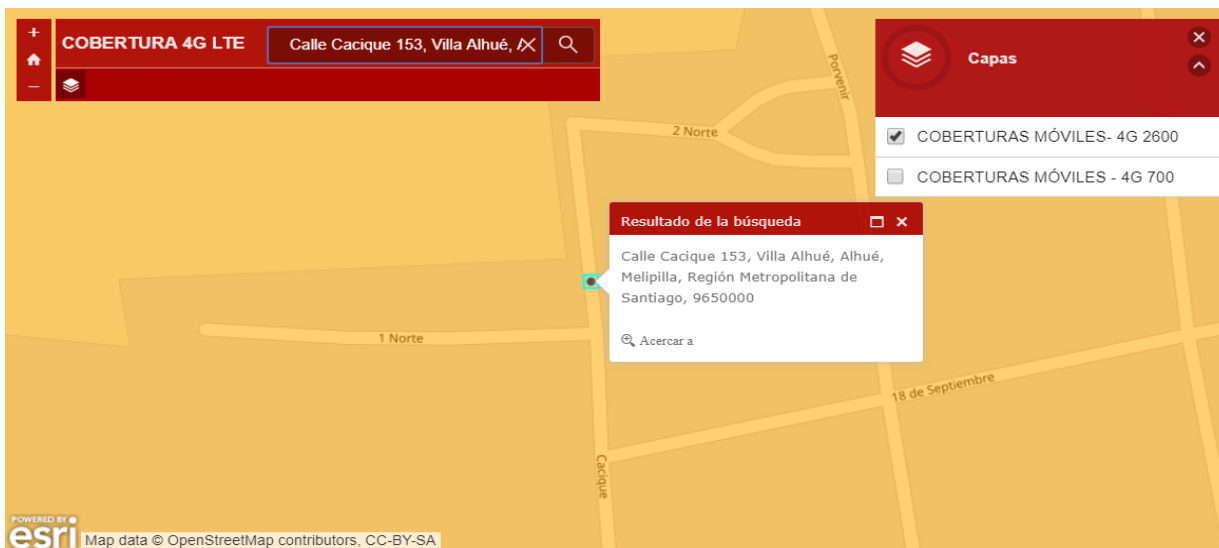


Ilustración 36 – Factibilidad Técnica Internet Movil Claro en Comuna de Alhue (Claro Chile, 2019).

La segunda factibilidad en analizar es la de Entel Chile, donde se puede apreciar que hay cobertura con internet móvil en tecnología 2G, 3G y 4G.

Dirección a consultar

Alhue
Alhue, Alhué, Región Metropolitana, Chile,

La información desplegada incluye la cobertura para Servicios Hogar salvo algunas comunas. Revisa la cobertura de los Servicios Hogar [aquí](#).



Ilustración 37 – Factibilidad Técnica Internet Movil Entel en Comuna de Alhue (Entel Chile, 2019).

La tercera factibilidad en analizar es la de Movistar Chile, donde se puede apreciar que hay cobertura con internet movil en tecnología 2G, 3G y 4G.

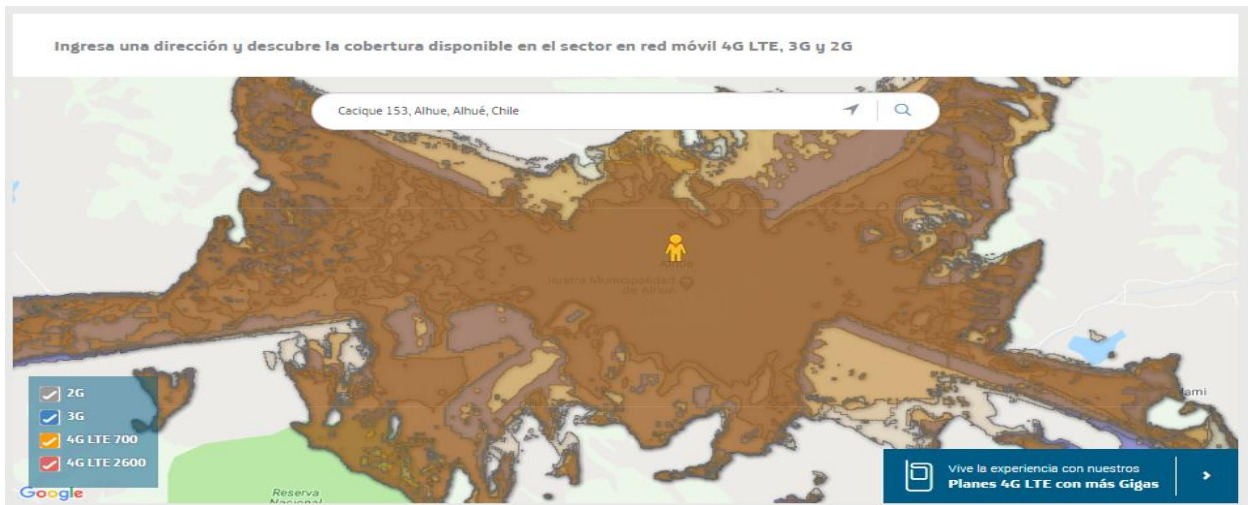


Ilustración 38 – Factibilidad Técnica Internet Movil Entel en Comuna de Alhue (Movistar Chile S.A., 2019).

7.3.- Valores de los servicios de Internet móvil

El siguiente ítem tiene como objetivo presentar los valores de los precios de los planes de Internet móvil de los distintos operadores de telecomunicaciones, los cuales se detallan a continuación:

7.3.1.- Claro Chile

claró Banda Ancha Móvil Descripción | Planes

<p>BAM CE 10 GB Empresas</p> <p>\$7.600* Mensuales \$9.500 Más información ></p> <p>Cuota de Internet 10 GB</p> <p>Lo quiero ></p>	<p>BAM CE 20 GB Empresas</p> <p>\$11.691* Mensuales \$12.990 Más información ></p> <p>Cuota de Internet 20 GB</p> <p>Lo quiero ></p>	<p>BAM Libre 30 GB Empresas</p> <p>\$14.310* Mensuales \$15.900 Ver más información ></p> <p>Cuota de Internet 30 GB</p> <p>Lo quiero ></p>	<p>BAM Libre 50 GB Empresas</p> <p>\$17.100* Mensuales \$19.000 Ver más información ></p> <p>Cuota de Internet 50 GB</p> <p>Lo quiero ></p>
<p>BAM Libre 80 GB Empresas</p> <p>Mensuales \$24.900 Más información ></p> <p>Cuota de Internet 80 GB</p> <p>Lo quiero ></p>	<p>BAM Libre 100 GB Empresas</p> <p>Mensuales \$32.900 Más información ></p> <p>Cuota de Internet 100 GB</p> <p>Lo quiero ></p>	<p>BAM Libre 120 GB Empresas</p> <p>Mensuales \$39.900 Más información ></p> <p>Cuota de Internet 120 GB</p> <p>Lo quiero ></p>	

Ilustración 39 – Valor planes de internet movil Claro Chile (Claro Chile, 2019).

claró Banda Ancha Móvil < Regresar

BAM Libre 120 GB Empresas
\$39.900 Mensuales

- Plan BAM Libre Empresas compatible con 4G LTE.
- Tiene un con cargo fijo de \$39.900 (Iva incluido).
- Incluye 120 GB para navegar en cualquiera de nuestras redes (2G, 3G, 4G).
- Una vez alcanzada la cuota, esta bajará hasta 128 kbps hasta el siguiente ciclo de facturación.

Condiciones comerciales +

Información de velocidades -

- (*) Velocidad máxima de Bajada nacional e internacional de 20 Mbps
- (*) Velocidad máxima de Subida nacional e internacional de 10 Mbps
- (*) Velocidad mínima de Bajada nacional e internacional de 32,0 Kbps
- (*) Velocidad mínima de Subida nacional e internacional de 32,0 Kbps
- (*) No es posible garantizar velocidades en forma permanente considerando la naturaleza inalámbrica del servicio, sujeta a la propagación de la señal y la cantidad variable de usuarios que acceden al servicio en una misma zona.
- La velocidad de conexión siempre es expresada en Kbps (Kilobits por segundo) y Mbps (Megabits por segundo)

Ilustración 40 – Especificación Técnica Planes Claro Chile (Claro Chile, 2019).

7.3.2.- Entel Chile

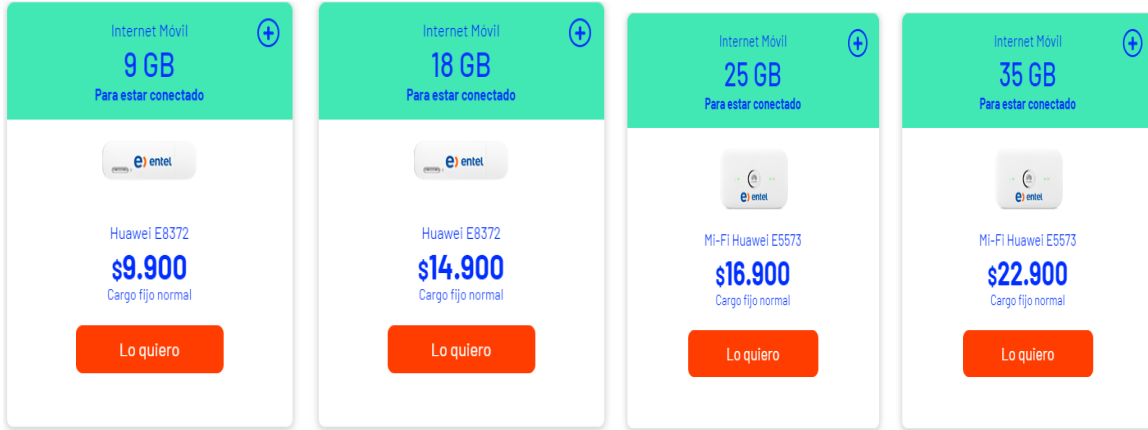


Ilustración 41 – Valor planes de Internet móvil Entel Chile (Entel Chile S.A., 2019).

Velocidades						
Red	Velocidad máxima		Velocidad promedio nacional		Velocidad promedio internacional	
	Descarga	Bajada	Descarga	Bajada	Descarga	Bajada
3.5G	4 Mbps	1.5 Mbps	1.5 Mbps	600 Kbps	500 Kbps	64 Mbps
4GLTE	20 Mbps	1.5 Mbps	4 Mbps	600 Kbps	500 Kbps	64 Kbps

Ilustración 42 – Especificación Técnica Planes Entel Chile (Entel Chile S.A., 2019).

7.3.3.- Movistar Chile



Ilustración 43 – Valor planes de Internet móvil Movistar Chile (Movistar Chile S.A., 2019).

Planes Banda Ancha Inalámbrica (WiFi Móvil)

Velocidad	Máxima	Mínima	Promedio	Desviación estándar
Velocidad de bajada nacional	24,41	12,40	15,69	3,518
Velocidad de bajada Internacional	22,02	11,16	14,19	3,128
Velocidad de subida nacional	6,01	5,04	5,57	0,297
Velocidad de subida internacional	9,28	7,59	8,51	0,488

Retardo promedio nacional: 44,8 mseg.

Desviación estándar del retardo nacional: 19,9 mseg.

Retardo promedio internacional: 91,4 mseg.

Desviación estándar del retardo internacional: 17,4 mseg.

Transmisión de datos fallidos nacional: 2,03%.

Transmisión de datos fallidos internacional: 11,2%.

Ilustración 44 – Especificación Técnica Planes Movistar Chile (Movistar Chile S.A., 2019).

7.4.- Internet Hogar por Fibra Óptica.

En este ítem se analiza los accesos a Internet por acceso fijo, en primera instancia se ve la factibilidad técnica con el proveedor Movistar Chile, el cual arroja el siguiente resultado:

Resultados de factibilidad técnica en:

CACIQUE 153 , ALHUE, REGION METROPOLITANA DE SANTIAGO [Consulta otra dirección >](#)

Telefonía	Telefonía Hogar	No disponible
Televisión	Televisión Digital (Antena Satelital)	No disponible
	Televisión Interactiva IPTV (Fibra Óptica)	No disponible
Internet	Banda Ancha Hogar (ADSL - VDSL)	No disponible
	Banda Ancha Hogar (Fibra Óptica)	No disponible
	Internet Satelital	Disponible

Ilustración 45 – Factibilidad Internet Fijo Movistar Chile (Movistar Chile S.A., 2019).

En segunda instancia se ve la factibilidad técnica con el proveedor Entel Chile, el cual arroja el siguiente resultado:

Combina tus servicios: Televisión + Telefonía

Doble Súper HD
\$23.990/mes

- Televisión Satelital
42 canales HD
- Telefonía fija **ilimitada**
a red fija y 128 min a móvil

Costo de instalación \$22.000

Lo quiero

Doble Deportes HD
\$29.990/mes

- Televisión Satelital
44 canales HD + Fox Sports
- Telefonía fija **ilimitada**
a red fija y 128 min a móvil

Costo de instalación \$22.000

Lo quiero

Ilustración 46 - Factibilidad Internet Fijo Entel Chile (Entel_Chile, 2019).

En tercera instancia se ve la factibilidad técnica con el proveedor VTR Chile, el cual arroja el siguiente resultado:



Ilustración 47 – Factibilidad Internet Fijo VTR Chile (VTR, 2019).

7.5.- Comparación entre servicios y tecnologías

El siguiente cuadro comparativo se obtiene mediante los puntos previamente estipulados en esta tesis (puntos 7.2 al 7.4), lo cual tiene como objetivo dar a conocer las velocidades tanto de carga como de descarga de cada uno de los proveedores de servicios, a continuación lo expuesto:

Compañía	Vel. Bajada Nacional	Vel. Subida Nacional	Vel. Bajada Internacional	Vel. Subida Internacional
Claro	32 kbps - 20 Mbps	32 kbps - 10 Mbps	32 kbps - 20 Mbps	32 kbps - 10 Mbps
Entel	600 kbps - 20 Mbps	600 kbps - 4 Mbps	64 kbps - 500 Kbps	64 kbps - 500 Kbps
Movistar	12,4 kbps - 24,41 Mbps	5,04 Mbps - 6,01 Mbps	11,16 Mbps - 22,02 Mbps	7,59 Mbps - 9,28 Mbps

Ilustración 48 – Cuadro comparativo de servicios por BAM (Elaboración propia, 2019).

8.- Metodología de Trabajo y Gestión

8.1.- Metodología de Trabajo

Para esta tesis se trabajará una metodología de trabajo tradicional con orientación en cascada, la elección de este modelo radica en que es un proceso de desarrollo secuencial, en el cual se concibe un conjunto de etapas que se ejecutarán una tras otra, cabe resaltar que las necesidades y requisitos se encuentran definidos con claridad. Este proyecto no es un prototipo o científico ya que los resultados esperados no son entregados mediante el ensayo y error.

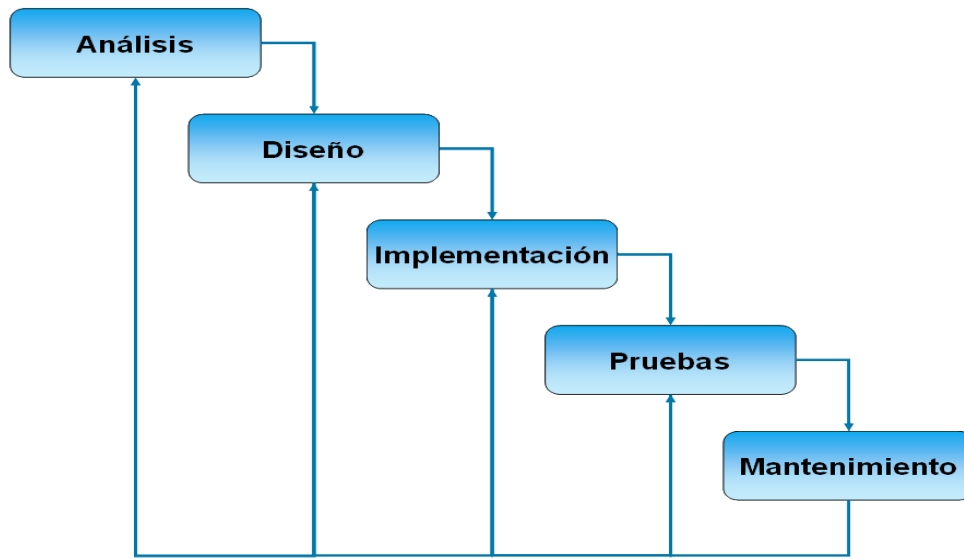


Ilustración 49 – Metodología en cascada (Tite, 2015).

8.2.- Metodología de Gestión

Para una implementación acorde a lo presupuestado en la implementación del proyecto se utilizará la metodología de buenas prácticas para la gestión de proyecto PMI (Project Management Institute) con la orientación del documento (PMBOK), con la cual se realizará una recopilación de información donde se presentan normas, estándares y pautas para una gestión de proyectos adecuada, cabe resaltar que está conformado por 10 áreas de conocimiento y 5 procesos que deben estar contemplados.

8.2.1.- Áreas de Conocimiento

Integración: Tiene directa relación con la dirección de proyectos, para la correcta gestión, administración y coordinación de los procesos y actividades que están ligadas.

Alcance: Determina los procesos y las actividades que están ligados al proyecto

Tiempo: Gestiona el tiempo y ejecución de cada uno de los procesos que están ligado al proyecto y supervisa con el fin de cumplir los plazos estipulados.

Costes: Encargada de supervisar que los costes estén dentro de lo presupuestado en el proyecto.

Calidad: La función es realizar el proyecto con los requerimientos y necesidades por los cuales fue creado.

Recursos humanos: Gestiona los equipos humanos que están asociados al proyecto en cada una de las fases.

Comunicaciones: Se encarga de la administración de los mecanismos e informaciones, estrategias de comunicación con las estructuras del proyecto, además de informar al exterior.

Riesgos: gestiona la solución de los riesgos que se puedan suscitar en las fases del proyecto.

Adquisiciones: Gestiona las compras de bienes, herramientas, estructuras o servicios externos que van ligados al proyecto.

Stakeholders: Gestiona los interesados o posibles inversionistas, administra las expectativas que se generan en el proyecto.

8.2.2.- Áreas de aplicación para el proyecto.

Las áreas del conocimiento que serán aplicadas son:

- a) Gestión de la integración
- b) Gestión del alcance
- c) Gestión del tiempo
- d) Gestión de costes
- e) Gestión de la calidad
- f) Gestión de la comunicación
- g) Gestión de riesgos
- h) Gestión de stakeholders

9.- Plan de Tesis

9.1- Definición de tareas

El proyecto tiene como inicio al 18 de marzo de 2019 y finaliza el 13 de diciembre de 2019.

9.1.1.- EDT

La EDT (Estructura <desglosada de Trabajo) es una herramienta técnica que permite una descomposición jerárquica de un trabajo o proyecto, esto con el fin de lograr los objetivos y entregables de este mismo. La EDT organiza los alcances totales del proyecto con esto se forja el primer paso de la planificación.

El paquete de trabajo puede ser programado, supervisado, controlado y con un costo estimado, mediante el EDT el trabajo es referenciado a un producto entregable dentro del proyecto (UTS, 2019).

La EDT está orientada a las tareas del área de alcance y a los tiempos, la metodología de gestión a utilizar será (PMBOK), ya que su planteamiento establece las tareas a realizar durante un proyecto, para lo cual se asignan tiempos y construcción de la carta Gantt.

Por lo antes descrito se establecerán las siguientes tareas a realizar durante el proyecto:

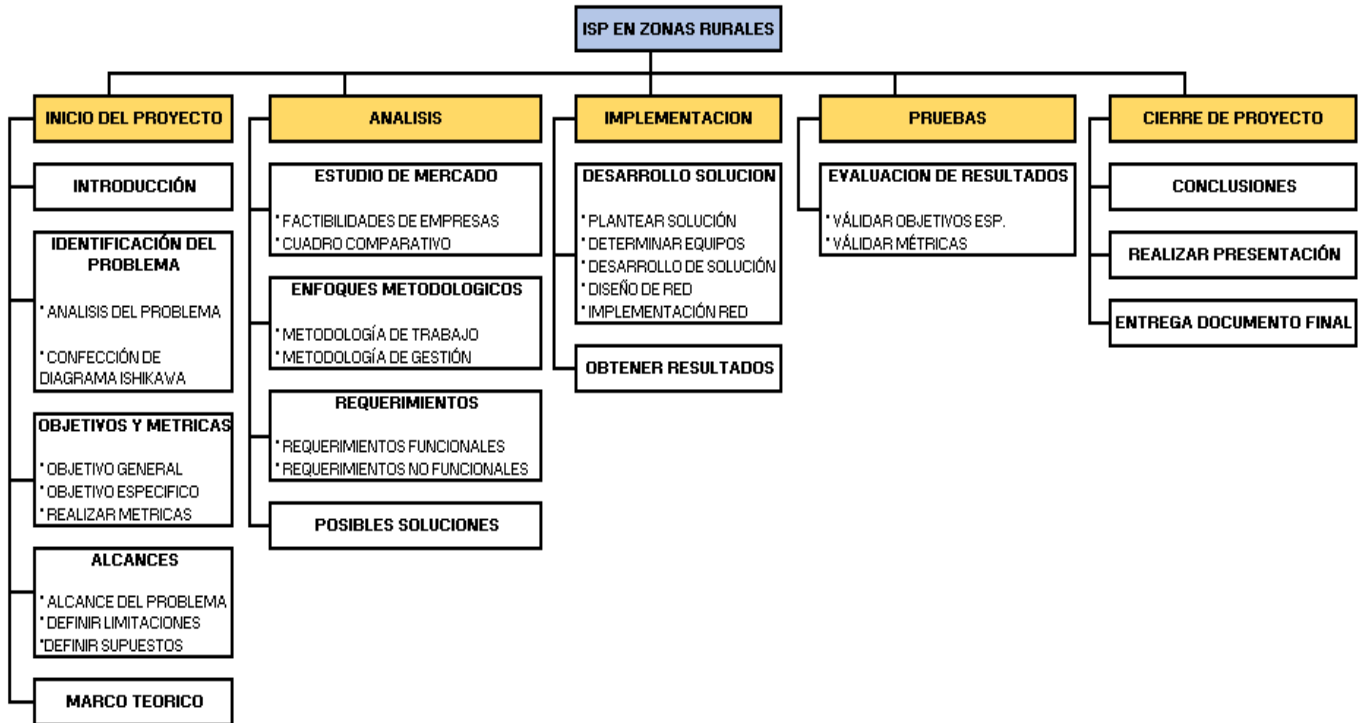


Ilustración 50 – Estructura de Desglose de Tareas (Elaboración propia, 2019).

9.2 Relación de dependencia entre tareas

La relación de dependencia entre las distintas tareas a ejecutar va de la mano con la metodología de trabajo seleccionada la cual es el modelo en cascada, ya que garantiza que una vez estén completadas en forma secuencial las actividades se dará paso a la siguiente tarea.

9.3 Hitos

Los hitos que destacan en la EDT de este proyecto son los que se describen en la siguiente tabla de datos y carta Gantt:

Actividad a Realizar	Duración	Inicio de Actividad	Término de Actividad
Inicio del Proyecto	47 días	lunes 18 de marzo 2019	miercoles 15 de mayo 2019
Realización de Introducción	5 días	18 de marzo 2019	22 de marzo 2019
identificación del Problema	15 días	25 de marzo 2019	10 de abril de 2019
Análisis del Problema	10 días	25 de marzo 2019	04 de abril 2019
Confección Diagrama Ishikawa	5 días	05 de abril 2019	10 de abril 2019
Definir Objetivos y Métricas	11 días	11 de abril 2019	25 de abril 2019
Definir Objetivos General	3 días	11 de abril 2019	13 de abril 2019
Definir Objetivos Especifico	3 días	15 de abril 2019	17 de abril 2019
Realizar Métricas	5 días	18 de abril 2019	25 de abril 2019
Definir Alcance del Problema	8 días	26 de abril 2019	06 de mayo 2019
Definir Limitaciones	4 días	26 de abril 2019	30 de abril 2019
Definir Supuestos	4 días	02 de mayo 2019	06 de mayo 2019
Marco Teórico	8 días	07 de mayo de 2019	15 de mayo 2019
Análisis	58 días	jueves 16 de mayo 2019	miercoles 24 de julio 2019
Estudio de Mercado	12 días	16 de mayo 2019	30 de mayo 2019
Factibilidades de Empresas	6 días	16 de mayo 2019	23 de mayo 2019
Cuadro Comparativo	6 días	24 de mayo 2019	30 de mayo 2019
Enfoques Metodologicos	12 días	31 de mayo 2019	13 de junio 2019
Metodología de Trabajo	6 días	31 de mayo 2019	06 de junio 2019
Metodología de Gestión	6 días	07 de junio 2019	13 de junio 2019
Requerimientos	14 días	14 de junio 2019	01 de julio 2019
Requerimientos Funcionales	7 días	14 de junio 2019	21 de junio 2019
Requerimientos No funcionales	7 días	22 de junio 2019	01 de julio 2019
Posibles Soluciones	20 días	02 de julio 2019	24 de julio 2019
Implementación	40 días	lunes 23 de septiembre 2019	martes 12 de noviembre 2019
Desarrollo Solución	30 días	23 de septiembre 2019	28 de octubre 2019
Plantear Solución	5 días	23 de septiembre 2019	27 de septiembre 2019
Determinar Equipos	5 días	28 de septiembre 2019	03 de octubre 2019
Desarrollo de Solución	10 días	04 de octubre 2019	16 de octubre 2019
Diseño de Red	5 días	17 de octubre 2019	22 de octubre 2019
Implementación de Red	5 días	23 de octubre 2019	28 de octubre 2019
Obtener Resultados	10 días	29 de octubre 2019	12 de noviembre 2019
Pruebas	11 días	miercoles 13 de noviembre 2019	lunes 25 de noviembre 2019
Evaluación de Resultados	11 días	13 de noviembre 2019	25 de noviembre 2019
Válidar Objetivos Específicos	6 días	13 de noviembre 2019	19 de noviembre 2019
Válidar Metricas	5 días	20 de noviembre 2019	25 de noviembre 2019
Cierre de Proyecto	15 días	martes 26 de noviembre 2019	viernes 13 de diciembre 2019
Conclusiones	5 días	26 de noviembre 2019	30 de noviembre 2019
Realizar de Presentación	5 días	2 de diciembre 2019	06 de diciembre 2019
Entrega Documento Final	5 días	09 de diciembre 2019	13 de diciembre 2019

Ilustración 51 – Carta Gantt expresa en tabla de fechas (Elaboración propia, 2019).

En la ilustración 51 se aprecia la tabla Gantt expresada en fechas con todos los datos y tareas que se realizarán en esta tesis, gracias a las fechas de inicio y término podemos aplicar una estructura ordenada y coordinada de nuestro PMBOK, cabe resaltar que los días considerados son de lunes a sábado y la contabilidad de las semanas se consideran, aunque el único día que exista sea el domingo.

La finalidad de la carta Gantt es establecer de manera visual las tareas a realizar durante todo el proyecto, a continuación, el documento al cual se hace alusión:

PROYECTO DE TÍTULO 2019 ACTIVIDAD: TESIS 2019 TEMA: ISP EN ZONAS RURALES Fecha de inicio: 18-03-19 Fecha de término: 13-12-19				FASE I - INGENIERÍA DE PROYECTOS																								
				MARZO		ABRIL					MAYO					JUNIO					JULIO							
				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
				N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
				4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Actividades	Días	Inicio	Término																									
Inicio del Proyecto	47 días	18-03-19	15-05-19																									
Realización de Introducción	5 días	18-03-19	22-03-19																									
Identificación del Problema	15 días	25-03-19	10-04-19																									
Análisis del Problema	10 días	25-03-19	04-04-19																									
Confección Diagrama Ishikawa	5 días	05-04-19	10-04-19																									
Definir Objetivos y Métricas	11 días	11-04-19	25-04-19																									
Definir Objetivos General	3 días	11-04-19	13-04-19																									
Definir Objetivos Especifico	3 días	15-04-19	17-04-19																									
Realizar Métricas	5 días	18-04-19	25-04-19																									
Definir Alcance del Problema	8 días	26-04-19	06-05-19																									
Definir Limitaciones	4 días	26-04-19	30-04-19																									
Definir Supuestos	4 días	02-05-19	06-05-19																									
Marco Teórico	8 días	07-05-19	15-05-19																									
Análisis	58 días	16-05-19	24-07-19																									
Estudio de Mercado	12 días	16-05-19	30-05-19																									
Factibilidades de Empresas	6 días	16-05-19	23-05-19																									
Cuadro Comparativo	6 días	24-05-19	30-05-19																									
Enfoques Metodológicos	12 días	31-05-19	13-06-19																									
Metodología de Trabajo	6 días	31-05-19	06-06-19																									
Metodología de Gestión	6 días	07-06-19	13-06-19																									
Requerimientos	14 días	14-06-19	01-07-19																									
Requerimientos Funcionales	7 días	14-06-19	21-06-19																									
Requerimientos No funcionales	7 días	22-06-19	01-07-19																									
Posibles Soluciones	20 días	02-07-19	24-07-19																									

Ilustración 52 – Carta Gantt parte I (Elaboración propia, 2019).

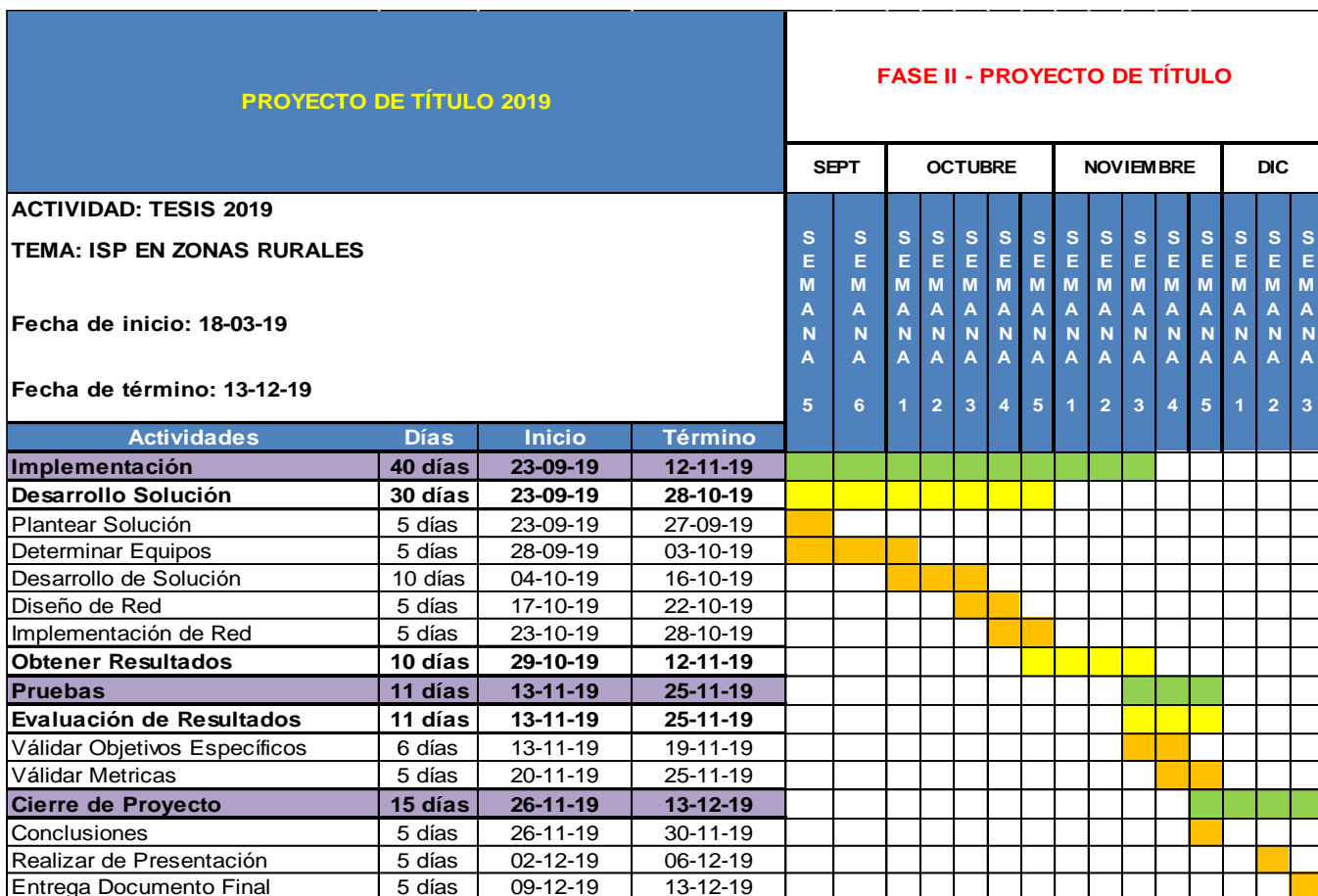


Ilustración 53 – Carta Gantt parte II (Elaboración propia, 2019).

10.- Analisis de Requerimeintos

Para el desarrollo de este capítulo se utilizará el estándar IEEE830, también conocido como ERS (Especificación de Requerimientos de Software), el cual indica las especificaciones correspondientes a los Requerimientos Funcionales y No Funcionales del proyecto “ISP en zona rural”. Gracias a este desarrollo se tiene una guía para cumplir la totalidad de las exigencias estipuladas en el proyecto.

Por lo demás, se da a conocer en detalle los requerimientos antes descritos:

10.1.- Requerimeintos Funcionales

Requerimiento	RF01
Nombre del requerimiento	Acceso a Internet
Descripción General	El servicio debe ser capaz de dar acceso a Internet mediante un medio de transmisión optimo
Prioridad	Alta

Ilustración 54 – Requerimiento Funcional N°1 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	RF02
Nombre del requerimiento	Gestión remota del equipo terminal (Switch)
Descripción General	El servicio debe ser capaz de ser monitoreado de forma remota hacia el ISP (nodo)
Prioridad	Alta

Ilustración 55 – Requerimiento Funcional N°2 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	RF03
Nombre del requerimiento	Servicio respaldado en energía
Descripción General	El servicio debe ser capaz de funcionar las 24 horas del día mediante sistemas autónomos
Prioridad	Alta

Ilustración 56 – Requerimiento Funcional N°3 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	RF04
Nombre del requerimiento	Compatibilidad en servicio
Descripción General	El servicio debe ser capaz de funcionar con equipamiento compatible con la tecnología implementada en el ISP (nodo)
Prioridad	Alta

Ilustración 57 – Requerimiento Funcional N°4 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	RF05
Nombre del requerimiento	Reportes de fallas
Descripción General	El servicio debe ser capaz de reportar las fallas más comunes del sistema
Prioridad	Media

Ilustración 58 – Requerimiento Funcional N°5 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	RF06
Nombre del requerimiento	Servicio con velocidades acorde a la actualidad
Descripción General	El servicio debe ser capaz de funcionar con velocidades acordes al mercado y a la realidad de hoy.
Prioridad	Media

Ilustración 59 – Requerimiento Funcional N°6 (Elaboración propia, 2019).

10.2.- Requerimientos No Funcionales

Requerimiento	R.NF01
Nombre del requerimiento	Disponibilidad
Descripción General	El servicio debe ser capaz de tener una disponibilidad del 100%
Prioridad	Alta

Ilustración 60 - Requerimiento No Funcional N°1 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	R.NF02
Nombre del requerimiento	Mantenibilidad
Descripción General	El servicio debe ser capaz de contar con un mantenimiento preventivo y efectivo
Prioridad	Alta

Ilustración 61 - Requerimiento No Funcional N°2 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	R.NF03
Nombre del requerimiento	Fiabilidad – Tiempos de Respuestas
Descripción General	El servicio debe ser capaz de tener un levantamiento de las zonas donde llegar con el servicio sea más complejo y demoroso, esto con el fin de dar respuestas rápidas a los nuevos abonados
Prioridad	Media

Ilustración 62 - Requerimiento No Funcional N°3 (Elaboración propia, 2019).

Requerimiento	R.NF04
Nombre del requerimiento	Eficiencia
Descripción General	El servicio debe ser capaz de funcionar con los estándares de comunicación necesarios en toda su extensión (acceso al medio, equipos, velocidades, etc.)
Prioridad	Alta

Ilustración 63 - Requerimiento No Funcional N°4 (Elaboración propia, 2019).

10.3.- Matriz de trazabilidad

Ahora se procederá a presentar la matriz asociada a cada uno de los requerimientos funcionales con los respectivos objetivos específicos.

		Requerimientos Funcionales					
		R.F. 1	R.F. 2	R.F. 3	R.F. 4	R.F. 5	R.F. 6
Objetivos Específicos	O.E. 1	X	X				
	O.E. 2		X	X	X	X	
	O.E. 3				X		X

Ilustración 64 – Matriz de trazabilidad de Requerimientos (Elaboración propia, 2019).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES
O.E.1. Aumentar accesos a Internet	Req.F. 1. Acceso a Internet
O.E.2. Mejorar la eficiencia de los accesos a Internet	Req.F. 2. Gestión Remota
O.E.3. Mejorar la señal de los servicios de Internet	Req.F. 3. Respaldo de Energía
	Req.F. 4. Compatibilidad en Servicio
	Req.F. 5. Reportes de Fallas
	Req.F. 6. Velocidades acordes

Ilustración 65 – Tabla de Objetivos específicos & Requerimientos Funcionales (Elaboración propia, 2019).

11.- Posible Soluciones

11.1- ADSL

Esta tecnología proporciona un acceso a la Internet de manera asimétrica a través de un par de cobre (CU), en el cual es posible montar servicios como RTB, RDSI, vídeos de baja demanda. Una de las ventajas más significativas de esta tecnología es que puede ser utilizada en las redes de pr de cobre ya existentes en la planta externa.

Este servicio (ADSL) es dedicado para cada usuario, por lo que es constante, con esto su ancho de banda (BW) no disminuye, la tecnología ADSL utiliza el espectro de frecuencia entre 0 a 4 kHz para el canal de voz, mientras que el funcionamiento de Internet trabaja con la frecuencia de 25 kHz a 1,1 MHz.

El ADSL puede conseguir velocidades de descarga desde el nodo (oficina central) al usuario de 2 Mbits/s en distancias de 3 a 4 kilometros, a su vez llegan a los 8 Mbits/s si la distancia se reduce a los 2 kilometros. Por lo demás, las velocidades de carga van desde los 16 a 640 kbits/s en los tramos o distancias ya mencionadas, gracias a esto la cantidad de abonados que pueden ser cubiertos puede llegar a los 95% (Moya, 2000).

Internet ADSL Hasta 8 Megas



Hasta 8 Mbps bajada
y hasta 0.5 Mbps subida

[Ver todo lo que incluye](#) ▾

Ilustración 66 – Velocidades de ADSL Movistar Chile (Movistar Chile S.A., 2019).

A continuación se presenta un esquema de funcionamiento tipo de una red ADSL, en la cual se puede apreciar los elementos que componen dicha red:

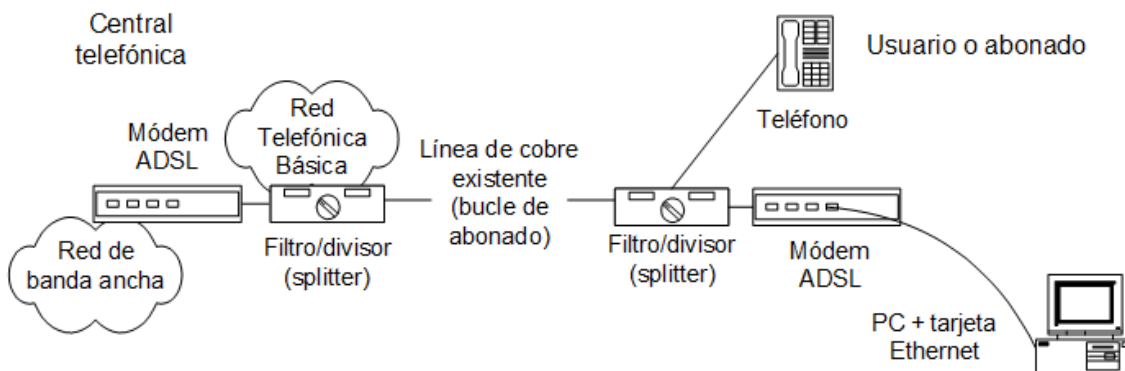


Ilustración 67 – Red de funcionamiento ADSL (Millán, 2019).

11.2- Banda Ancha Móvil

La Banda Ancha Móvil (BAM) es un medio que permite acceder a la Internet prescindiendo de la conexión de cables para su funcionamiento, lo que permite mayor movilidad e independencia en su funcionamiento. Gracias a esta nueva tecnología se puede acceder a Internet en cualquier punto de país siempre que disponga de cobertura móvil con velocidad adecuada. Dicha tecnología consta de un funcionamiento por medio de un modem USB o WiFi el cual se conecta al PC, las BAM funcionan bajo las tecnologías 3G y 4G LTE.

Cabe resaltar que los teléfonos móviles que actualmente se encuentran en el mercado pueden ofrecer la funcionalidad de módem, lo cual permite la conexión a la computadora mediante USB, Bluetooth y WiFi. Esto permite una gran ventaja en materia de practicidad (Banda Ancha Móvil, 2011).

Las principales empresas operadoras de servicio de internet móvil son: Claro Chile, Entel PCS, Movistar, WOM, las cuales tienen el 98% de penetración nacional (SUBTEL, 2019).

Las velocidades de las BAM en lo que concierne a descarga en promedio a nivel nacional son en el rango 1.5 a 4 Mbps, por su parte la velocidad de bajada circula en el rango de 600 Kbps. A su vez, las velocidades promedio en descarga a nivel internacional radican en 500 Kbps y para bajada en el umbral de 64 Kbps (Entel Chile S.A., 2019).

Velocidades						
Red	Velocidad máxima		Velocidad promedio nacional		Velocidad promedio Internacional	
	Descarga	Bajada	Descarga	Bajada	Descarga	Bajada
3,5G	4 Mbps	1.5 Mbps	1.5 Mbps	600 Kbps	500 Kbps	64 Mbps
4GLTE	20 Mbps	1.5 Mbps	4 Mbps	600 Kbps	500 Kbps	64 Kbps

Ilustración 68 – Velocidades Promedio BAM Entel Chile (Entel Chile S.A., 2019).

A continuación se presenta un esquema de funcionamiento tipo de una red con tecnología Banda Ancha Móvil, en la cual se puede apreciar los elementos que componen dicha red:



Ilustración 69 – Esquema de funcionamiento BAM Movistar (BAM MOVISTAR, 2019).

11.3- ISP en Zona Rural

Esta solución corresponde a un ISP (Proveedor de Servicios de Internet) inserto en una zona rural con acceso a Internet por medio de redes de fibra óptica, para esto es necesario explicar que dicho medio corresponde a un tipo de tecnología de transmisión de datos mediante la Internet, para ser mas explícitos el Internet por fibra óptica es una conexión de Banda Ancha de alta velocidad la cual ofrece al usuario una experiencia y uso con mejores resultados y desempeño.

Los principales beneficios del Internet por fibra óptica es que su amplia red de datos cubre gran parte del territorio nacional, gracias a la tecnología por impulsos de luz la velocidad de conexión es superior a la ofrecida por conexión por cable como el ADSL o la BAM (XFINITY, 2017).

Las velocidades de transmisión del Internet mediante accesos por fibra óptica y la cuales ofrecen los distintos proveedores de servicios van desde los 50 a los 600 Mbps (Movistar Chile S.A., 2019).



Ilustración 70 – Internet Fijo Movistar Chile (Movistar Chile S.A., 2019).

La idea principal radica en la puesta en marcha de un ISP que otorgará los accesos a Internet a una localidad en especial, para reforzar lo antes descrito se presenta un esquema de funcionamiento tipo de una red con tecnología de acceso al medio por fibra óptica, en la cual se puede apreciar los elementos que componen dicha red:

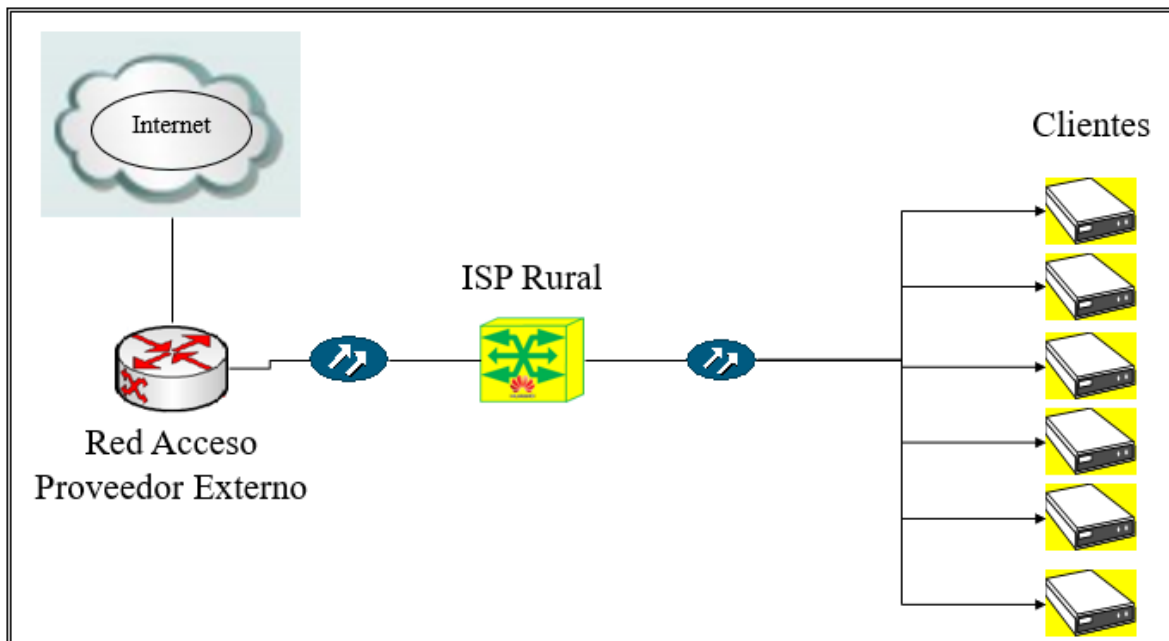


Ilustración 71 – Esquema de funcionamiento de red por fibra óptica para ISP en Zona Rural (Elaboración propia, 2019).

11.4- Comparación de soluciones

Por lo antes descrito en la posibles soluciones se realiza la siguiente comparación en la cual se toma en cuenta la velocidad de conexión o acceso a la Internet, para reforzar lo antes expuesto se presenta la siguiente tabla:

TIPO DE TECNOLOGÍA	VEL. MÁXIMA DE CONEXIÓN	VELOCIDAD BAJADA	VELOCIDAD SUBIDA	UMBRAL DE NAVEGACIÓN	COSTO PROMEDIO
ADSL	8 Mbps	8 Mbps	0,5 Mbps	Ilimitado	\$16.990.-
BANDA ANCHA MÓVIL	20 Mbps	4 Mbps	600 kbps	35 GB	\$22.990.-
ISP EN ZONA RURAL (F.O.)	100 Mbps	100 Mbps	50 Mbps	Ilimitado	\$20.990.-

Ilustración 72 – Cuadro comparativo entre posibles soluciones (Elaboración propia, 2019).

11.5- Justificación de la solución escogida.

Tal como se puede apreciar en la ilustración n°72 el proyecto ISP en zonas rurales tiene amplias ventajas fundamentales sobre las otras tecnologías presentadas, las cuales son ADSL convencional y Banda Ancha Movil, ya que este proyecto entrega servicios de acceso a Internet mediante acceso por fibra óptica obteniendo altas velocidades de transmisión lo cual en vista al usuario o cliente final es más satisfactorio. No obstante, cabe resaltar que la implementación del servicio o solución no está enfocada en abaratar costos en toda la red, sino que en obtener conexiones seguras, estables y de alta velocidad.

Posteriormente, en los capítulos venideros se realizará un desgloce acabado y detallado del funcionamiento, implementación y costos involucrados en dicho proyecto, lo cual nos arrojará la factibilidad económica para realizar dicha consigna. Gracias a esto se valida la opción de realizar el ISP en zona rural.

12.- Diseño de proyecto técnico de un ISP Rural

12.1.- Plantear solución

La primera etapa de la solución es tener en cuenta que es un diseño de proyecto técnico de un ISP, el cual ofrecera un acceso a Internet de alta velocidad en una zona especifica, cabe resaltar que en la comparación de las posibles soluciones la tecnología en fibra óptica tiene amplia ventaja debido a sus velocidad de transmisión (TX) y recepción (RX).

A su vez es de suma importancia determinar en esta solución el equipamiento necesario tanto a nivel de Capa 1, 2, 3. Esto quiere decir a nivel fisico como los medios de transmisión, el hardware como lo es el equipamiento de red y a nivel lógico lo que ataña a las configuraciones.

12.2.- Determinar equipos

En esta segunda etapa se determinarán los equipos e insumos que se utilizarán en el desarrollo de la solución, esto principalmente quiere decir que lo exhibido es lo que eventualmente se utilizará (de ser posible) en la solución planteada, sin más que agregar se da a conocerlo antes expuesto:

- Bastidor simple: su función es permitir el “rackeo” de los equipos e insumos de la solución.



- Cabecera óptica deslizable: su función es permitir las conexiones de fibra óptica entre la planta externa y equipo dentro del ISP (Conversores ópticos provenientes del switch).



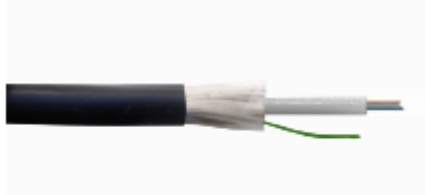
- Copla óptica LC/LC para cabecera óptica: su función es permitir las conexiones de los jumper ópticos desde los conversores ópticos del ISP con los pigtail provenientes desde los clientes finales.



- Pigtail LC para cabera óptica: su función es permitir la llegada del cable de planta externa hacia las conexiones en cabecera óptica dentro del ISP.



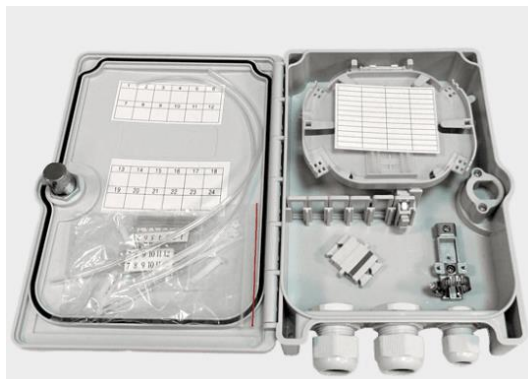
- Cable de fibra óptica para planta externa: su función es proporcionar el medio de transmisión entre el ISP y los clientes finales mediante las cabeceras ópticas.



- Mufa domo para fibra óptica: su función es de albergar las fusiones del cable fibra óptica provenientes de planta externa hacia el odf externo que estará instalado.



- Cabecera de fibra óptica exterior: su función es de albergar las conexiones de los jumpers ópticos externos desde lo clientes finales.



- Copla óptica SC/SC para cabecera óptica externa: su función es permitir las conexiones dentro de la cabecera exterior para los cables Drops hacia los clientes finales.



- Cable Drop (jumper de F.O. externo): su función es realizar las conexiones desde la cabecera externa hacia los clientes finales para proporcionar el servicio de datos.



- Conector rápido para cable Drop: su función es permitir que los cables ópticos puedan ser conectado en cliente final y cabecera exterior.



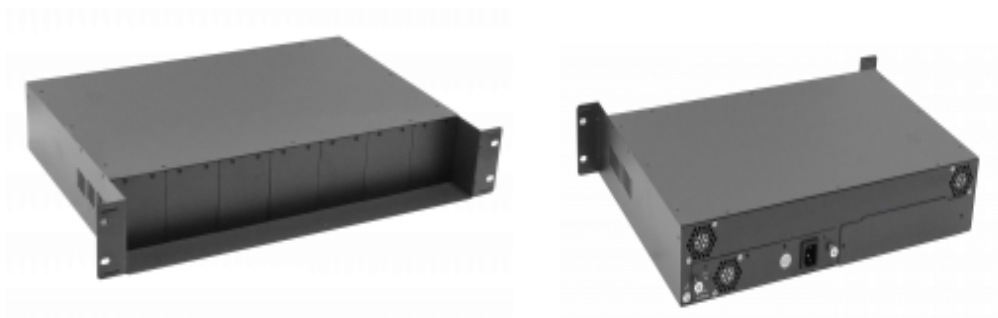
- Regleta eléctrica: su función es proporcionar la energía eléctrica a los distintos equipos instalados en el ISP para ser más concretos en el bastidor.



- Bandeja para bastidor: su función es permitir instalar los equipos para el funcionamiento del ISP (router y conversor de medios del proveedor de servicios externo por ejemplo Entel, Claro, etc.).



- Chasis de convertidores de medios: su función es permitir el montaje de los distintos convertidores que se instalarán hacia los clientes finales.



- Conversor de medios: su función es hacer la convergencia desde un medio óptico a uno eléctrico para esto es necesario una instalación en cliente final e ISP.



- Jumper óptico interno SC/LC: su función es proporcionar la conexión óptica entre la planta exter y conversores de medios en ISP mediante la cabecera óptica deslizable ya descrita anteriormente.



- Patch cord ethernet: su función es proporcionar la conexiones entre los conversores de medios y el switch de acceso dentro del isp, a su vez se requiere dicho insumo para la conexión del convertor de medios en el cliente final desde el convertor de medios y router wifi.



- Switch de acceso: su función es dar acceso a la red a los clientes finales mediante conexiones por cable ethernet mediante sus puertas hacia los conversores ópticos dentro del ISP.



- Router Wifi: su función es dar acceso a internet al cliente final, gracias a esto puede navegar en internet mediante acceso inalámbrico o por cable ethernet.



- Tornillos para bastidor: su función es permitir el “rackeo” de los diferentes equipos y elementos que componen el ISP.



12.3.- Desarrollo de solución

En esta etapa se presenta los pasos a seguir para el desarrollo de la solución de un diseño de proyecto técnico correspondiente a un ISP, para ser más enfáticos se da a conocer a ustedes señores lectores los pasos a seguir para una implementación acorde a lo planteado en capítulos anteriores, por lo antes descrito se detalla las siguientes actividades:

- Solicitar iniciación de actividades en SII.
- Solicitar un housing en casa particular o junta de vecinos para la implementación del ISP.
- Solicitar a proveedor de servicios externo la instalación del producto contratado (Internet dedicado).
- Solicitar y pagar patente comercial en municipalidad correspondiente.
- Solicitar y obtener permisos de tendido de cable de fibra óptica externa.
- Solicitar acceso a red eléctrica para alimentación de equipos.
- Cotizar y comprar los equipos e insumos para la instalación y puesta en marcha de los servicios.
- Instalar bastidor de datos para rackeo de equipos.
- Solicitar a empresa de planta externa instalación de cable óptico, cabecera exterior e interior.
- Solicitar a empresa de planta externa pruebas de que la instalación está realizada correctamente.
- Instalar chasis de convertidores de medios ópticos.
- Instalar Switch de accesos de clientes finales.
- Realizar conexión entre Switch y Router de proveedor de servicio de Internet.
- Realizar pruebas de conectividad con proveedor de servicios.
- Realizar campaña de captación de clientes finales y contratos con dichos entes.
- Instalación de servicios a clientes finales.

12.4.- Diseño de red

En esta etapa se presenta un diagrama de enlace correspondiente a la solución final del servicio incluyendo al proveedor de servicio externo, si bien es cierto en capítulos anteriores ya se presentó un diagrama de servicio este era una idea inicial, por lo antes decrito se presenta imagen señalada:

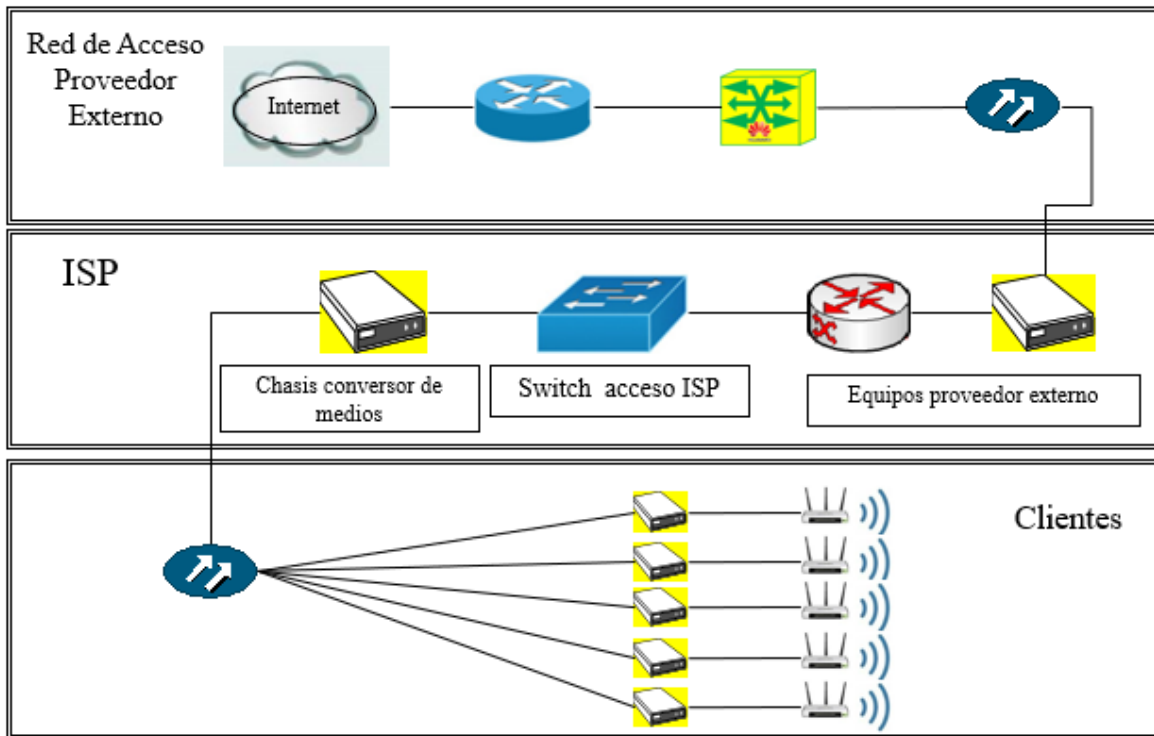


Ilustración 73 – Diagrama de enlace solución final ISP (Elaboración propia, 2019).

12.5.- Implementación de red

En esta etapa se presenta una maqueta real del funcionamiento del ISP en cual los equipos instalados para las pruebas técnicas son proporcionados por Movistar Chile, a su vez todas las pruebas fueron realizadas en un ambiente seguro dentro del mismo proveedor antes mencionado. Para reafirmar lo antes expuesto se deja en evidencia mediante respaldo fotográfico de la actividad realizada.



Ilustración 74 – Maqueta ISP 1 (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 75 – Router y Conversor de medios Movistar (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 76 – Router proveedor de servicios – Switch ISP (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 77 – Conversores de medios ISP y cliente final (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 78 – Access point cliente final (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 79 – Conversores de medios cliente final e ISP (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 80 – Switch Acceso ISP para clientes finales (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 81 – Switch Acceso ISP para clientes finales (Elaboración propia, 2019).

Cabe señalar que las pruebas realizadas en esta maqueta fueron grabadas en un video de respaldo el cual fue compartido al profesor guía Sr. Ricardo Tello, y con el afán de complementar lo que se ha expuesto se deja link con acceso al registro visual

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1IIK8ex8tY2gN_xCxDc7IFK1BXPsgSN.

Por otra parte los resultados y evaluaciones serán expuestos en los siguientes capítulos.

12.6.- Costos del proyecto

Siguiendo con la última etapa de este capítulo se presentan ante ustedes las planillas con los costos asociados a la implementación de este proyecto de ISP, cabe resaltar que esta tesis está enfocada en probar que los accesos a Internet mediante el medio óptico son los más apropiados en desmedro de la economía que esta pueda implicar.

Gastos semestrales

N°	Ítem	Valor
1	Patente municipal	\$42.000
	Total	\$42.000

Ilustración 82 – Gastos semestrales ISP (Elaboración propia, 2019).

Gastos fijos

N°	Ítem	Valor
1	Servicio proveedor externo	\$270.000
2	Consumo eléctrico	\$12.000
Total		\$282.000

Ilustración 83 – Gastos fijos (Elaboración propia, 2019).

Valor Primera inversión ISP

N°	Material / Equipo	Uni.	Cant.	Valor Uni.	Valor Tot.
1	Construcción Cable F.O. Pta. Ext	1	1000	\$2.500	\$3.000.000
2	Bastidor de datos	1	1	\$55.100	\$55.100
3	Cabecera óptica interna	1	1	\$32.300	\$32.300
4	Copla LC/LC azul	1	7	\$760	\$5.320
5	Pigtail LC/LC	1	1	\$8.835	\$8.835
6	Cable de F.O. externo	1	1000	\$570	\$570.000
7	Mufa domo externa para F.O.	1	1	\$13.300	\$13.300
8	Cabecera óptica externa	1	1	\$16.190	\$16.190
9	Carrete de cable Drop	1	1	\$60.000	\$60.000
10	Conector rápido SC/UPC	10	3	\$6.080	\$18.240
11	Regleta PDU hembra	1	1	\$24.700	\$24.700
12	Bandeja Negra	1	1	\$6.270	\$6.270
13	Chasis conversores 14 pos.	1	1	\$140.600	\$140.600
14	Conversores de Medios ISP - CTE	2	14	\$47.500	\$665.000
15	Jumper duplex LC/FC 3mts	1	7	\$3.515	\$24.605
16	Patch cord ETH Cat 5e	4	4	\$2.660	\$10.640
17	Switch Acceso ISP	1	1	\$275.500	\$275.500
18	Router Wifi	1	14	\$16.150	\$226.100
19	Tornillos para bastidor	4	10	\$608	\$6.080
Total					\$5.158.780

Ilustración 84 – Valores primera inversión ISP (Elaboración propia, 2019).

Tomando en consideración todos los ítems y planillas asociadas al proyecto el valor total asciende a \$5.482.780.- (cinco millones cuatrocientos ochenta y dos mil cetesientos ochenta pesos Chilenos).

13.- Obtención de resultados

En este capítulo se desarrollan las pruebas en la maqueta antes planteada, las cuales arrojarán los resultados a evaluar, gracias a esto se podrá validar los objetivos específicos y obtener conclusiones y aprendizajes en esta tesis.

Por lo antes descrito se da a conocer las tareas desarrolladas:

- Configuraciones Router proveedor de servicios externo

```
Router_Kingnetworking>en
Password:
Router_Kingnetworking#sh
Router_Kingnetworking#show runn
Building configuration...

Current configuration : 799 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Router_Kingnetworking
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$HLP5$nSvRffbzWtQJDRb2Bm7.n/
enable password pruebas
!
no aaa new-model
ip cef
!
!
!
!
```

Ilustración 85 – Configuraciones Router proveedor de servicio (Elaboración propia, 2019).

Como se puede apreciar la FastEthernet 0/0 es la utilizada para dar servicio al ISP mediante una subinterfaz a la cual se le asigna una de las IP's fijas asignadas por el proveedor. Por otra parte, la FastEthernet 0/1 está asignada a dar la conexión a internet desde el Router.

```
interface FastEthernet0/0
no ip address
speed auto
full-duplex
!
interface FastEthernet0/0.1
!
interface FastEthernet0/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 200.54.102.185 255.255.255.248
!
interface FastEthernet0/1
ip address 172.30.227.178 255.255.255.252
speed 100
full-duplex
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.30.227.177
!
no ip http server
!
!
control-plane
!
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
password pruebas
login
!
scheduler allocate 20000 1000
end
```

Ilustración 86 – Configuraciones Router proveedor de servicio (Elaboración propia, 2019).

Como se pudo apreciar en las ilustraciones pasadas en las cuales se da a conocer las configuraciones del Router, es preciso realizar una prueba de Capa 2 (visualización de MAC), con el comando #show arp.


```

SW_ISP_KINGNETWORKING>
SW_ISP_KINGNETWORKING>en
Password:
SW_ISP_KINGNETWORKING#sh
SW_ISP_KINGNETWORKING#show vl
SW_ISP_KINGNETWORKING#show vlan

VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                 active    Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7
                    Fa0/8
2    VLAN0002                active
10   VLAN0010                active    Fa0/1
20   VLAN0020                active    Fa0/2
23   cliente_1                active
24   cliente_2                active
30   cliente_3                active    Fa0/3
1002 fddi-default            act/unsup
1003 token-ring-default    act/unsup
1004 fddinet-default      act/unsup
1005 trnet-default        act/unsup

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo  Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
-----
1    enet  100001   1500  -     -     -     -     -     0     0
2    enet  100002   1500  -     -     -     -     -     0     0
10   enet  100010   1500  -     -     -     -     -     0     0
20   enet  100020   1500  -     -     -     -     -     0     0
23   enet  100023   1500  -     -     -     -     -     0     0

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo  Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
-----
24   enet  100024   1500  -     -     -     -     -     0     0
30   enet  100030   1500  -     -     -     -     -     0     0
1002 fddi  101002   1500  -     -     -     -     -     0     0
1003 tr   101003   1500  -     -     -     -     -     0     0
1004 fdnet 101004   1500  -     -     -     ieee -     0     0

```

Ilustración 90 – Prueba en switch ISP (Elaboración propia, 2019).

En la siguiente ilustración se da a conocer la VLAN's configuradas en el Switch ISP:

```

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo  Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
-----
1    enet  100001   1500  -     -     -     -     -     0     0
2    enet  100002   1500  -     -     -     -     -     0     0
10   enet  100010   1500  -     -     -     -     -     0     0
20   enet  100020   1500  -     -     -     -     -     0     0
23   enet  100023   1500  -     -     -     -     -     0     0

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo  Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
-----
24   enet  100024   1500  -     -     -     -     -     0     0
30   enet  100030   1500  -     -     -     -     -     0     0
1002 fddi  101002   1500  -     -     -     -     -     0     0
1003 tr   101003   1500  -     -     -     -     -     0     0
1004 fdnet 101004   1500  -     -     -     ieee -     0     0
1005 trnet 101005   1500  -     -     -     ibm  -     0     0

Remote SPAN VLANs
-----

Primary Secondary Type          Ports
-----

```

Ilustración 91 – Prueba en switch ISP (Elaboración propia, 2019).

- Configuraciones Wifi cliente final

Como se puede apreciar en el router Wifi instalado en la maqueta y que simula ser el que funcionará en el cliente final se dejan configurar los siguientes parámetros:

DEVICE INFORMATION	
All of your Internet and network connection details are displayed on this page. The firmware version is also displayed here.	
Firmware Version : 2.03 , Fri 30 Apr 2010	
LAN	
MAC Address : f0:7d:68:7a:9b:2a IP Address : 192.168.0.1 Subnet Mask : 255.255.255.0 DHCP Server : Enabled	
INTERNET	
MAC Address : f0:7d:68:7a:9b:2b Connection : Static IP IP Address : 200.54.102.186 Subnet Mask : 255.255.255.248 Default Gateway : 200.54.102.185 DNS : 8.8.8.8 8.8.4.4	
WIRELESS 802.11N	
SSID : WIFI CLIENTE_1 Channel : 6 Encryption : AES	

Ilustración 92 – Configuraciones en Wifi cliente final (Elaboración propia, 2019).

Como se puede apreciar en la figura anterior se utiliza una de las IP's fijas para dar conexión a Internet, dicha dirección es la 200.54.102.186 con máscara 255.255.255.248 también llamada barra 29, en la cual el Gateway es la 200.54.102.185. Por otra parte, gracias a la función DHCP el Router asigna las IP's a partir de la 192.168.0.1 cabe resaltar que es el segmento privado.

En la imagen que se presenta a continuación se puede apreciar que la red Wifi se llama "WIFI CLIENTE_1".

WI-FI PROTECTED SETUP (ALSO CALLED WCN 2.0 IN WINDOWS VISTA)

Enable :

Current PIN : **66099321**

Wi-Fi Protected Status : Enabled / Configured

WIRELESS NETWORK SETTINGS

Enable Wireless : Always

Wireless Network Name : (Also called the SSID)

Enable Auto Channel Selection :

Wireless Channel :

Transmission Rate : (Mbit/s)

WMM Enable : (Wireless QoS)

Enable Hidden Wireless : (Also called the SSID Broadcast)

WIRELESS SECURITY MODE

Security Mode :

WPA/WPA2

WPA/WPA2 requires stations to use high grade encryption and authentication.

Cipher Type :

PSK / EAP :

Network Key :
(8~63 ASCII or 64 HEX)

Ilustración 93 – Configuraciones en Wifi cliente final (Elaboración propia, 2019).

- Pruebas desde PC cliente final

En esta sección se realizan las pruebas desde el PC del cliente final, en la siguiente imagen se detalla los resultados obtenidos:

Como se puede apreciar se realiza un ARP -A, la cual permite ver las MAC's asociadas al servicio, dicha aplicación se llama CMD. La imagen denota que logra visualización de la IP del router Wifi la cual es 192.168.0.1, se realiza un auto ping a la IP que asigno el DHCP 192.168.0.103.

```
C:\> Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.17763.864]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Reinaldo Soto>arp -a

Interfaz: 192.168.0.103 --- 0x10
Dirección de Internet           Dirección física           Tipo
192.168.0.1                     f0-7d-68-7a-9b-2a        dinámico
192.168.0.255                   ff-ff-ff-ff-ff-ff        estático
224.0.0.22                      01-00-5e-00-00-16        estático
224.0.0.251                     01-00-5e-00-00-fb        estático
224.0.0.252                     01-00-5e-00-00-fc        estático
239.255.255.250                 01-00-5e-7f-ff-fa        estático
255.255.255.255                 ff-ff-ff-ff-ff-ff        estático

C:\Users\Reinaldo Soto>ping 192.168.0.103

Haciendo ping a 192.168.0.103 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.103:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Ilustración 94 – Pruebas en PC cliente final (Elaboración propia, 2019).

En esta imagen se aprecia que se realiza un ping hacia la IP del Router Wifi 200.54.102.186, por otra parte, se hace un ping hacia la puerta del Router perteneciente al proveedor de servicio 200.54.102.185.

```
CS. Símbolo del sistema
C:\Users\Reinaldo Soto>ping 200.54.102.186
Haciendo ping a 200.54.102.186 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 200.54.102.186: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 200.54.102.186: bytes=32 tiempo=6ms TTL=64
Respuesta desde 200.54.102.186: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 200.54.102.186: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64

Estadísticas de ping para 200.54.102.186:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 3ms, Máximo = 6ms, Media = 4ms

C:\Users\Reinaldo Soto>ping 200.54.102.185
Haciendo ping a 200.54.102.185 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 200.54.102.185: bytes=32 tiempo=3ms TTL=254
Respuesta desde 200.54.102.185: bytes=32 tiempo=6ms TTL=254
Respuesta desde 200.54.102.185: bytes=32 tiempo=6ms TTL=254
Respuesta desde 200.54.102.185: bytes=32 tiempo=8ms TTL=254

Estadísticas de ping para 200.54.102.185:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 3ms, Máximo = 8ms, Media = 5ms
```

Ilustración 95 – Pruebas en PC cliente final (Elaboración propia, 2019).

Para finalizar se realiza un ping al DNS de Google para acreditar la conectividad a Internet dicha IP es la 8.8.8.8.

```
C:\> Símbolo del sistema
C:\Users\Reinaldo Soto>ping 8.8.8.8

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=10ms TTL=55
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=9ms TTL=55
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=9ms TTL=55
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=9ms TTL=55

Estadísticas de ping para 8.8.8.8:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 9ms, Máximo = 10ms, Media = 9ms

C:\Users\Reinaldo Soto>
```

Ilustración 96 – Pruebas en PC cliente final (Elaboración propia, 2019).

14.- Evaluación de resultados

En este capítulo se desarrolla otras pruebas complementarias las cuales son BERT (Tasa de Errores de Bits) y un Test de velocidad o medición de Banda Ancha.

En primera instancia se presenta la prueba de Tasa de Errores de Bits o BERT, la cual se desarrolla entre los conversores de medios en ISP y cliente final, esto quiere decir que se prueba el ancho de banda en la última milla.

Bert Result

General Information

Start Time Mon Dec 9 11:26:02 2019
 Elapsed Time 00:36:26
 Test Unit GET-100
 Manufacturers Shinewaytech Technologies, Inc.

Test Unit Configuration

Port Port 1
 Connector 1G Copper
 Direction Loopback

Test Configuration

1. Global

Frame type Ethernet
 Test Time Disable
 Pattern LOS(%) 20
 SDT Threshold(ms) 500

2. Frame

MAC

Dest 00:05:5D:6B:2A:00
 Source 58:9B:0B:10:06:4E

VLAN

Name	ID	Priority
VLAN1	---	---
VLAN2	---	---
VLAN3	---	---

MPLS

Name	Label	CoS
MPLS1	---	---
MPLS2	---	---
MPLS3	---	---

IP

Dest	---
Source	---
DSCP	---

3. Traffic

Type Constant
 Frame Size 1500
 Const BW 100.000%

Ilustración 97 – Pruebas BERT en última milla (Elaboración propia, 2019).

Test Result

1. Summary

1

Type	Tx	Rx
Line Rate	99.951 M	99.951 M
Frame Rate	98.635 M	98.635 M
Data Rate	97.451 M	97.451 M
Utilization	99.951%	99.951%
Total Byte	26,944,039,500	26,944,039,500
Total Frame	17,962,693	17,962,693
Bad Frame	---	0

2. Error

Type	#	%
Bit Error	0	0.0E+00
FCS	0	0.0E+00
Jabber Frame	---	0
Runt Frame	---	0

3. Alarm

Signal Loss

LOS	0 ms
Pattern Los (s)	0

Service Disruption

Current (ms)	0
Total (ms)	0
Max (ms)	0
Min (ms)	0
Times	0

Ilustración 98 – Pruebas BERT en última milla (Elaboración propia, 2019).

4. Traffic

Traffic Type

Traffic Type	#	%
Unicast	17,962,693	100.000%
Broadcast	0	0.000%
Multicast	0	0.000%
Pause	0	0.000%

Frame Size

<64B	0	0.000%
64B-127B	0	0.000%
128B-255B	0	0.000%
256B-511B	0	0.000%
512B-1023B	0	0.000%
1024B-1518B	17,962,693	100.000%
>1518B	0	0.000%

5. Event

11:26:02, 2019-12-09, Start BERT Test
12:02:28, 2019-12-09, Stop BERT Test

2

Ilustración 99 – Pruebas BERT en última milla (Elaboración propia, 2019).

Como se puede apreciar en las ilustraciones anteriores no existe errores en las tramas y en los BITS en la última milla. Además podemos observar que el ancho de banda está garantizado.

En segunda instancia se realiza una medición de ancho de banda para garantizar el acceso a internet y que los rangos de funcionamiento son los apropiados, notése que la IP donde se realiza la prueba es la antes descrita en las configuraciones del Router correspondiente al proveedor de servicio.



**Ilustración 100 – Prueba de medición de ancho de banda en equipo cliente final
(Elaboración propia, 2019).**

Por lo antes expuesto se puede deducir lo siguiente:

- El servicio en no posee pérdidas de paquetes hacia el Router perteneciente al proveedor de servicio.
- El funcionamiento es integro desde el equipo de cliente final hasta la red de Internet logrando acceder sin dificultades.
- Los clientes finales no lograrán interferir unos a otros gracias a la separación por Vlan, la cual es configurada en Switch ISP.
- Es preciso configurar un DNS para que el cliente final pueda acceder a Internet.
- El servicio en la última milla tiene un Ancho de Banda garantizado de 100 Mbps con modo de transmisión Full Duplex.
- El servicio en la última milla no posee Tasa de errores de BITS lo cual se conoce como un “enlace limpio”.

- El ping de 4ms es adecuado para el servicio lo cual está dentro de los estándares.
- Teniendo en consideración que el servicio facilitado para el desarrollo de este laboratorio es de 10 Mbps, no arroja una velocidad de descarga de 8,90 Mbps y de carga de 2,48 Mbps. Lo cual es una medida bastante aceptable.

14.1.- Validación de objetivos específicos

Ya evaluado los resultados mediante las pruebas complementarias antes descritas corresponde validar los objetivos específicos planteados en el capítulo 3 de esta tesis, los cuales se detallan a continuación:

- **O.E.1. Aumentar accesos a Internet**

Se aumentará en al menos un 30% los accesos a Internet en la zona rural escogida, contemplando escuelas y domicilios particulares.

- Resultado

Al tener una implementación inicial de capacidad de 14 clientes finales en un rango seleccionado de 45 hogares en el sector de la comuna de Alhue se llega al siguiente resultado mediante una regla de tres:

$\frac{14 \text{ clientes finales} \times 100\%}{45 \text{ hogares}} = 31,11\%$

Por lo cual el objetivo específico número 1 se cumple con un valor de 31,11% sobre el 30% presupuestado en primera instancia.

Se respalda lo antes descrito mediante el siguiente mapa, en el cual se puede apreciar la cantidad de hogares descrito en la ilustración 101, se deja link de respaldo obtenido de google maps

<https://www.google.com/maps/dir/Melipilla,+Regi%C3%B3n+Metropolitana/Alhue,+Alhu%C3%A9,+Regi%C3%B3n+Metropolitana/@-34.032094,-71.1070071,520m/data=!3m1!1e3!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x966300003f7690e5:0x582872cdf30d9dfe!2m2!1d-71.2166838!2d-33.6861588!1m5!1m1!1s0x96630d03dcea2f2b:0x96c4c35366c3e4a7!2m2!1d-71.1002881!2d-34.0264691!3e0>



Ilustración 101 – Mapa de sector seleccionado para insertar un ISP comuna de Alhue (Elaboración propia, 2019).

Para analizar los Objetivos Específicos 2 y 3 se da a conocer unas imágenes comparativas correspondiente a los anchos de banda del servicio de ISP y una banda ancha móvil.



Ilustración 102 – Medición Ancho de Banda ISP (Elaboración propia, 2019).



Ilustración 103 – Medición Ancho de Banda BAM (Elaboración propia, 2019).

- **O.E.2. Mejorar la eficiencia de los accesos a Internet**

Aumentar la eficiencia de servicio entregando, accesos a Internet con calidad de un 50%.

- Resultado

Las imágenes antes exhibidas nos dan a conocer que el ping cuya función es determinar el tiempo de respuesta desde el equipo cliente al host que aloja la prueba es de 4 ms para el servicio ISP y de 36 ms para la Banda Ancha Móvil se puede afirmar mediante una regla de tres lo siguiente:

$\frac{36 \text{ ms} \times 100\%}{4 \text{ ms}} = 900\%$

Por lo cual el objetivo específico número 2 se cumple con un valor de 900% sobre el 50% presupuestado en primera instancia.

- **O.E.3. Mejorar la señal de los servicios de Internet**

Aumentar la calidad de la señal a transmitir en 50%.

- Resultado

Las imágenes antes exhibidas nos dan a conocer que la velocidad de la Banda Ancha Móvil es de 4,58 Mbps y la velocidad del ISP 8,90 Mbps, se puede afirmar mediante una regla de tres lo siguiente:

$\frac{4,58 \text{ Mbps} \times 100\%}{8,90 \text{ Mbps}} = 51,46\%$
--

Por lo cual el objetivo específico número 3 se cumple con un valor de 51,46% sobre el 50% presupuestado en primera instancia.

15.- Conclusiones.

Los resultados obtenidos en esta tesis son gracias a la implementación de una red de acceso a Internet mediante un laboratorio o maqueta experimental, lo cual nos otorga datos consistentes del funcionamiento de una red con una tecnología ya estipulada, la cual es acceso a Internet mediante conversores de medios en una infraestructura de red de planta externa por fibra óptica.

Cabe señalar que todos los resultados son en base a probar que una tecnología es mejor o tiene mejores prestaciones independiente de su precio, ya que la investigación en los capítulos anteriores arroja datos certeros sobre el funcionamiento de tecnologías mediante un medio de transmisión, mediante un análisis más acabado de los objetivos específicos se puede concluir lo siguiente:

15.1.- Aumentar accesos a Internet.

Al tratarse de nuevos accesos para los clientes residentes en la zona rural escogida, donde no existe ningún acceso a la Internet y con los beneficios otorgados por la fibra óptica se puede reafirmar que los índices arrojados son concretos, donde en una etapa inicial se abastecerán a 14 hogares de 45 que incluyó el estudio inicial, con esto la tasa de accesos es de un 31,11%.

El aumento de accesos a la Internet mediante una red de fibra óptica en planta externa es la mejor opción ya que sus prestaciones son ideales al tratarse de un real ancho de banda contratado. Por otra parte, la fibra óptica no sufre de interferencias por causas naturales como es la temperatura o condiciones climáticas en desmedro del ADSL y la Banda Ancha Móvil.

Los grandes inconvenientes que puede sufrir la fibra óptica en comparación a un medio de transmisión como el par de cobre es su red de cobertura, pero se debe recordar que en esta tesis se está haciendo mención de accesos nuevos dentro de una zona seleccionada. No obstante, es de suma responsabilidad dar a conocer esta información.

15.2.- Mejorar la eficiencia de los accesos a Internet.

En este ítem se mide el ping o latencia del servicio, cabe resaltar que el ping es el tiempo que tarda en transmitirse un paquete de datos desde el cliente hasta la red de Internet, y su principal influencia dentro del funcionamiento radica en los

tiempos de espera en las distintas funcionalidades de un servicio, por ejemplo: el tiempo que demora en cargar una página web. Para ser más enfáticos el ping en una tecnología de internet móvil es de 36 ms en comparación al Internet por fibra óptica este valor baja considerablemente a 4 ms, esto quiere decir que mediante el medio de transmisión por fibra óptica los resultados en lo que concierne a la prestación del servicio es 9 veces mejor en su funcionamiento, por ende, las redes por un medio óptico ofrecen una eficiencia ampliamente superior.

15.3.- Mejorar la señal de los servicios de Internet

En este ítem se mide la velocidad y la calidad de conexión, primero se entiende que la velocidad es lo mismo que indicar el ancho de banda de una red o un servicio de datos. Algunos indicadores nos otorgan que la velocidad de una Banda Ancha Móvil es de 4,58 Mbps mientras que la de Internet por fibra óptica es de 8,9 Mbps medidos en laboratorio, esto quiere decir que al comparar ambas tecnologías el servicio mediante un medio de transmisión óptico es de un 51,46% mejor.

Para ser más consistentes la velocidad por ejemplo de un ADSL en condiciones ideales es de 20 Mbps, no obstante, la velocidad de fibra óptica va desde los 10 Mbps a un 1 Gbps por el medio antes descrito.

La calidad del servicio también es un factor importante para considerar ya que a medida que se extiende el tendido del par de cobre afectará la calidad no logrando que los anchos de banda contratados no se cumplan. Por otra parte, este problema no le afecta en gran medida a las redes por fibra óptica ya que debido a que soporta grandes distancias de tendido su calidad de servicio es alta.

16.- Referencias

- 13, C. (17 de mayo de 2018). *www.t13.cl*. Obtenido de <https://www.t13.cl/noticia/nacional/el-874-hogares-chile-tiene-acceso-internet>
- Abadía, J. M. (2004). *Manual básico de tecnologías* . Barcelona: Paidós Ibérica S.A.
- Aguirre, D. E. (2013). *Técnicas de modulación para enlaces ópticos* . Santiago: Universidad Mayor.
- BAM MOVISTAR. (27 de 11 de 2019). Obtenido de <http://www.movistar.es/particulares/internet/adsl-fibra-optica/movistar-internet-radio/>
- Banda Ancha Móvil*. (07 de 08 de 2011). Obtenido de <http://www.bandaanchamovil.es/>
- Capa8net. (13 de febrero de 2014). *Capa8net*. Obtenido de <https://capa8net.wordpress.com/2014/02/13/tipos-de-puertos-access-trunk/>
- Catalinas, E. Q. (2007). *Explotación de sistemas informáticos* . Madrid: Thompson Editores.
- CEP Chile. (01 de marzo de 2018). *CEPCHILE*. Obtenido de https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20180517/asocfile/20180517112545/présentacion_alvaro_gonzalez.pdf
- Chile, E. (02 de 09 de 2019). *www.entel.cl*. Obtenido de https://appswls.entel.cl/ContratacionOnLineHogar/Oferta_Inal%C3%A1mbri%20co_entel_Flujo_C_Todo
- CISCO. (09 de julio de 2007). *CISCO.COM*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/lan-switching/etherchannel/12023-4.html
- Claro Chile. (05 de 08 de 2019). *Claro*. Obtenido de <https://www.clarochile.cl/personas/servicios/servicios-moviles/internet-movil/cobertura/>
- Claro-Chile. (02 de 09 de 2019). *www.claro.cl*. Obtenido de <https://www.clarochile.cl/negocios/soluciones/soluciones-moviles/banda-ancha-movil/planes-y-precios/>

- Cuadros comparativos. (04 de julio de 2019). *Cuadros comparativos*. Obtenido de <http://cuadroscomparativos.com/diferencias-entre-un-switch-y-un-hub-cuadros-comparativos-e-imagenes/>
- Dotcom. (04 de julio de 2019). *Dotcom*. Obtenido de <https://dcomcomputers.com/procurve-2650-switch-j4899b.html>
- Eck, M. (2002). *La Internet: Por dentro y por fuera*. New York: Buenas Letras.
- Econectia. (04 de julio de 2019). *Econectia*. Obtenido de <https://www.econectia.com/blog/tipos-de-conexiones-a-internet-cual-te-conviene-mas>
- Emol. (30 de enero de 2017). *www.emol.cl*. Obtenido de <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2017/01/30/842520/Crece-la-educacion-online-como-una-oportunidad-para-las-personas-e-instituciones.html>
- Emol_2018. (30 de junio de 2018). *Economía y Negocios*. Obtenido de <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=482891>
- Entel Chile. (05 de 08 de 2019). *Entel*. Obtenido de http://personas.entel.cl/PortalPersonas/appmanager/entelpcs/personas?_nfpb=true&_pageLabel=P100600136491496760427756&_ga=2.168390434.20102631.1565047649-1633980140.1565047649
- Entel Chile. (01 de 08 de 2019). *Entel*. Obtenido de <https://www.entel.cl/hogar/pack/internet.iws>
- Entel Chile S.A. (02 de 09 de 2019). *www.entel.cl*. Obtenido de <https://www.entel.cl/planes/bam/>
- Fibra Óptica Hoy. (04 de julio de 2019). *Fibra Óptica Hoy*. Obtenido de <https://www.fibraopticahoy.com/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/>
- Fisica Lab. (04 de julio de 2019). *Fisica Lab*. Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/reflexion-refraccion-luz#contenidos>
- González, M. (08 de noviembre de 2013). *Redes Telemáticas*. Obtenido de <http://redestelematicas.com/el-switch-como-funciona-y-sus-principales-caracteristicas/>
- Guerrero, J. M. (2002). *Telefonistas*. Madrid: MAD.
- IBM. (05 de julio de 2019). *IBM.com*. Obtenido de https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_aix_72/com.ibm.aix.networkcomm/adapters_vlan.htm

- Jiménez, A. (23 de Marzo de 2017). *http://www.icei.uchile.cl*. Obtenido de <http://www.icei.uchile.cl/noticias/investigacion-conjunta-analiza-consumo-de-internet-en-jovenes-chilenos>
- LEARNABHI. (04 de julio de 2019). *LEARNABHI*. Obtenido de <https://www.learnabhi.com/networking-device-hub-switch-router/>
- Mercurio, E. (30 de junio de 2018). *emol.cl*. Obtenido de <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=482891>
- Mi Fibra. (01 de 08 de 2019). *Mi fibra*. Obtenido de <https://mifibra.business.site/>
- Millán, R. (27 de 11 de 2019). *TI*. Obtenido de <https://www.ramonmillan.com/tutoriales/adsl.php>
- Movistar. (01 de 08 de 2019). *Movistar.cl*. Obtenido de <https://www.movistar.cl/factibilizador-servicios-fijos>
- Movistar Chile S.A. (01 de 08 de 2019). *Movistar* . Obtenido de <https://ww2.movistar.cl/hogar/internet/>
- Movistar Chile S.A. (05 de 08 de 2019). *Movistar Chile*. Obtenido de <https://www.movistar.cl/cobertura-movil-4g>
- Movistar Chile S.A. (02 de 09 de 2019). *Movistar Chile*. Obtenido de <https://www.movistar.cl/indicadores-banda-ancha-inalambrico>
- Movistar Chile S.A. (02 de 09 de 2019). *Movistar Chile S.A.* Obtenido de <https://ww2.movistar.cl/hogar/wifi-movil/>
- Moya, J. M. (2000). *Sistemas Telemáticos*. Paraninfo.
- NK Sistemas. (05 de julio de 2019). *NK Sistemas*. Obtenido de <https://nksistemas.com/parte-13-puerto-en-modo-access-vs-trunk/>
- Paessler. (05 de julio de 2019). *Paessler*. Obtenido de <https://www.es.paessler.com/it-explained/bandwidth>
- Pedia, I. (05 de julio de 2019). *ITpedia*. Obtenido de <https://es.itpedia.nl/2018/08/22/speed-test-levert-je-provider-wel-de-beloofde-bandbreedte/>
- Peña Millahual, C. A. (2012). *Redes la guía definitiva*. Buenos Aires: Buenos Aires.
- pepe. (1900). *hola*. dgfd: ddfd.
- Portal educativo. (04 de julio de 2019). *Portal educativo*. Obtenido de <https://www.portaleducativo.net/tercero-basico/780/La-luz-reflexion-y-refraccion>

- Redes Zone. (05 de julio de 2019). *Redes Zone*. Obtenido de <https://www.redeszone.net/2016/11/29/vlans-que-son-tipos-y-para-que-sirven/>
- Redeszone. (04 de julio de 2019). *Redes Zone*. Obtenido de <https://www.redeszone.net/2019/04/15/guia-elegir-velocidad-internet/>
- Rodríguez, A. (10 de junio de 2012). *Fibra Óptica hoy*. Obtenido de <https://www.fibraopticahoy.com/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/>
- SEA_CCNA_. (14 de diciembre de 2015). *CCNA*. Obtenido de <https://www.seaccna.com/trunk-o-troncal/>
- Seaccna. (04 de julio de 2019). *Seaccna*. Obtenido de <https://www.seaccna.com/modelo-osi-guia-definitiva/>
- Soto Martínez, R. (07 de 10 de 2019). Santiago, Santiago, Chile.
- Subtel. (04 de Abril de 2014). *www.subtel.gob.c*. Obtenido de https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2015/04/Informe_Final_Quinta_Encuesta.pdf
- SUBTEL. (1 de febrero de 2016). *https://www.subtel.gob.cl*. Obtenido de https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2015/04/Informe-VII-Encuesta-de-Acceso-Usos-y-Usuarios-de-Internet_VF.pdf
- SUBTEL. (17 de mayo de 2016). *subtel.gob.cl*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/subtel-dio-a-conocer-los-resultados-de-las-septima-encuesta-nacional-de-uso-y-acceso-a-internet/>
- SUBTEL. (27 de 11 de 2019). Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/telefonía/>
- SUBTEL. (02 de mayo de 2019). *Subtel.gob.cl*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/quienes-somos/divisiones-2/fondo-de-desarrollo-de-las-telecomunicaciones/>
- SUBTEL_2007. (18 de 01 de 2007). *Internet Banda Ancha en las áreas rurales de Chile*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/internet-banda-ancha-en-las-areas-rurales-de-chile/>
- Szymanczyk, O. (2013). *Historia de las Telecomunicaciones Mundiales*. Buenos Aires: Dunken.
- Telco System. (04 de julio de 2019). Obtenido de <https://www.telco.com/products-by-family/metrobility/metrobility-r200>
- Telecocable. (03 de julio de 2019). Obtenido de <https://www.telecocable.com/faq>

Telefónica CTC Chile. (01 de 01 de 2000). Plano de Red FO. *Plano de Red FO*. Santiago, RM, Chile: CTC.

Telefónica, M. V.-J. (2016). *Las tecnologías que cambiaron la historia*. Barcelona: Ariel S.A.

Test de Velocidad. (05 de julio de 2019). *Test de Velocidad*. Obtenido de <https://www.testdevelocidad.es/2016/08/18/la-latencia-podemos-mejorarla/>

Test de velocidad blog. (05 de julio de 2019). *Test de velocidad blog*. Obtenido de <https://www.testdevelocidad.blog/importancia-de-la-latencia-de-la-conexion-a-internet/>

Tite, J. (23 de 12 de 2015). *johnnytite.blogspot*. Obtenido de http://johnnytite.blogspot.com/2015/11/metodologia-en-cascada_23.html

Ubuntizando. (04 de julio de 2019). *Ubuntizando*. Obtenido de <https://www.ubuntizando.com/que-son-las-capas-del-modelo-osi-y-como-funcionan/>

UNICEF. (2017). *Niños en un mundo digital*. Nueva York: División de comunicación UNICEF.

UTS. (04 de 11 de 2019). *UTS*. Obtenido de <http://www.utsvirtual.edu.co/sitio/blogsuts/plansisinformaticos/files/2015/04/EDT-Estructura-de-Desglose-de-Trabajo-.pdf>

VTR. (02 de 09 de 2019). *VTR.com*. Obtenido de <https://vtr.com/productos/factibilidad>

Wikipedia. (04 de julio de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_de_abonado_digital_asim%C3%A9trica

XFINITY. (06 de 07 de 2017). Obtenido de <https://es.xfinity.com/hub/internet/what-is-fiber-optic>

