

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Sede Cuenca

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

Tesis previa a la obtención del Título de:
Ingeniero Electrónico

TÍTULO:

“Análisis técnico y financiero para migrar la red de acceso de cobre a una red GPON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador en el Cantón Azogues.”

AUTORES:

Esteban Argüello Moscoso

Paola Burneo Echeverría

DIRECTOR:

Ing. Johnatan Coronel

CUENCA – ECUADOR

2013

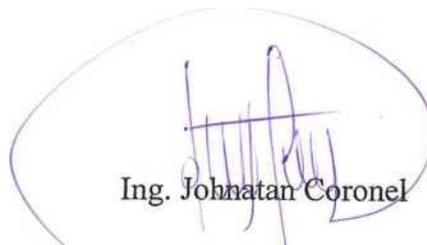
Ing. Johnatan Coronel

Director de Tesis.

CERTIFICA

Que el trabajo intitulado “*Análisis técnico y financiero para migrar la red de acceso de cobre a una red GPON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador en el Cantón Azogues*”, realizado por Esteban Arguello Moscoso y Paola Burneo Echeverría, cumple con todos los objetivos trazados.

Cuenca, Julio del 2013



Ing. Johnatan Coronel

Ing. Johnatan Coronel

DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Esteban Argüello Moscoso y Paola Burneo Echeverría, Autores del presente Trabajo de Tesis intitulado, “ANÁLISIS TÉCNICO Y FINANCIERO PARA MIGRAR LA RED DE ACCESO DE COBRE A UNA RED GPON DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES DEL ECUADOR EN EL CANTÓN AZOGUES” declaramos que:

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los Autores. Autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos.

Cuenca, Julio 15 2013



Esteban Argüello M.



Paola Burneo E.

AGRADECIMIENTO

A cada uno de nuestros profesores, los cuales con sus enseñanzas y aprendizajes nos indujeron a lo largo de nuestra trayectoria estudiantil, nos impulsaron a esforzarnos y perseverar para alcanzar nuestra meta más anhelada: El ser profesionales y servir a nuestro país con todos los conocimientos adquiridos.

Paola

A todas las personas que de alguna manera fueron apoyo y motivación durante el trayecto universitario. A mis profesores, por **compartir** sus conocimientos de manera tan generosa y desprendida. A mis amigos, por hacer de esta dura etapa toda una aventura de aprendizaje y experiencias. Y de manera especial a mi familia por estar a mi lado incondicionalmente, por darme una razón para luchar, por hacer de mí la persona que ahora soy, nada de esto sería posible sin ustedes.

Esteban

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y mi vida entera a mis padres y mi familia por creer siempre en mi y por apoyarme, gracias a ellos he conseguido llegar hasta donde estoy.

A mi amig@s, profesores y todas las personas que colaboraron a que culmine con éxito esta etapa de mi vida mis agradecimientos sinceros.

Paola

A la vida misma por darme todos estos retos y la oportunidad de superarlos, recibiré gustoso todos los que me tengas preparados.

Esteban

Índice

CAPÍTULO 1	8
Redes FTTH, lineamientos y estándares para el diseño de una red GPON	8
Redes y Tecnologías de acceso	8
1.1 Elementos que componen una red de acceso. [6]	9
1.2 Clasificación de las tecnologías de acceso. [6]	10
1.2.1 Tecnologías Inalámbricas.....	10
1.2.2 Tecnologías Cableadas.....	10
1.3 Fibra óptica [7], [2], [9].....	14
1.3.1 Composición [7], [46]	15
1.3.2 Características dinámicas de la fibra óptica. [7], [23], [24].....	16
1.3.3 Tipos de fibra óptica [7], [9], [12].....	17
1.3.4 Ventanas de trabajo de la fibra óptica [4], [5], [7].....	21
1.3.5 Conectores de fibra óptica [5], [7], [29].....	22
1.3.6 Dispositivos ópticos [7], [29].....	23
1.3.7 Topologías de red [24], [25].....	28
1.3.8 Tipos de tendido de la fibra [23], [51]	31
1.4 Redes FTTx. [24], [25], [26].....	35
1.4.1 FTTH (Fiber to the home) [8], [10], [11], [28]	35
1.4.2 Aplicaciones de FTTH.	37
1.4.3 Ventajas y desventajas de FTTH.....	37
1.5 Redes HFC [19], [24].....	38
1.5.1 Cabecera.....	38
1.5.2 Red Troncal	39
1.5.3 Red de Distribución.....	39
1.5.4 Red de Dispersión	39
1.6 Redes PON [19], [20], [21], [22]	40
1.6.1 Ventajas de la red PON	42
1.6.2 Tipos de redes PON [20], [21], [22]	43
1.6.3 Redes GPON [27], [30], [31], [35], [47].....	46
CAPÍTULO 2	57

Índice

Estudio de la demanda para la Ciudad de Azogues	57
2.1 Características Socioeconómicas de la Ciudad de Azogues. [1], [37], [45]	57
2.1.1 Aspectos demográficos e indicadores sociales [44], [46]	57
2.1.2 Aspectos económicos [1], [46].....	60
2.1.3 Aspectos Institucionales y políticos [1], [46].....	61
2.2 Área de Estudio	64
2.2.1 Grupos de análisis	65
2.2.2 Segmento residencial	66
2.2.3 Segmento Corporativo	66
2.3 Empresas proveedoras de servicios de valor agregado de internet y televisión por suscripción	67
2.3.1 Servicio de Televisión por suscripción	67
2.3.2 Servicio de acceso a internet	68
2.4 Dimensionamiento de demanda para la red	69
2.4.1 Consideraciones adicionales de demanda	70
2.4.2 Definición de servicios.....	70
2.5 Situación actual de los abonados	72
2.5.1 Resultados de las encuestas realizadas [23]	72
2.6 Planes de comercialización Triple Play	77
2.7 Estimación de usuarios potenciales.....	78
CAPÍTULO 3	80
Diseño de la red GPON para el Cantón Azogues Provincia del Cañar.....	80
3.1 Consideraciones previas.....	80
3.1.1 Planimetría	80
3.1.2 Georeferenciación	80
3.1.3 Levantamiento de la canalización	80
3.1.3 Base de datos de clientes corporativos [61]	81
3.1.4 Georeferenciación de clientes corporativos	81
3.2 Simbología [42], [43]	81
3.3 Proceso de diseño de la red [42], [43], [62]	82
3.4 Cálculo de las pérdidas (Atenuación)	87
3.4.1 Pérdidas por fusión.....	89

Índice

3.4.2 Pérdidas por conectorización	90
3.4.3 Pérdidas por splitter.....	90
3.4.4 Pérdidas por cable de fibra óptica (FO)	91
3.5 Cálculo del enlace	93
3.6 Volúmenes de obra y Presupuesto	93
CAPÍTULO 4:.....	95
Análisis Técnico y Financiero de la implementación del proyecto.	95
4.1 Análisis de costos de la red	95
4.2 Flujo Neto de Caja [59].....	95
4.3 Costos fijos y variables [17].....	96
4.4 Indicadores Financieros [59],[60]	96
4.4.1 Valor Actual Neto	96
4.4.2 Tasa mínima de rendimiento TMAR o Tasa de descuento	97
4.4.3 Tasa interna de Retorno	98
4.5 Depreciación [57],[58]	99
4.6 Costo de mano de obra.....	100
4.7 Costos por gastos de movilidad de los técnicos y mantenimiento de los vehículos	101
4.8 Escenarios de análisis.....	101
4.8.1 Primer escenario.....	101
4.8.2 Segundo escenario.....	104
4.8.3 Tercer escenario	107
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	122
ANEXOS	123

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Fig. 1. 1 Tecnología de red xDSL. [6]</i>	12
<i>Fig. 1. 2 Sistema de transmisión óptica. [24]</i>	13
<i>Fig. 1. 3 Estructura de una fibra óptica. [12]</i>	15
<i>Fig. 1. 4 Clases de Fibra óptica según su propagación</i>	17
<i>Fig. 1. 5 Fibra monomodo. [12]</i>	18
<i>Fig. 1. 6 Dispersión cromática de las fibras monomodo. [7]</i>	19
<i>Fig. 1. 7 Fibra multimodo. [12]</i>	19
<i>Fig. 1. 8 Fibra óptica multimodo de índice escalonado. [4]</i>	20
<i>Fig. 1. 9 Fibra óptica multimodo de índice gradual. [4]</i>	20
<i>Fig. 1. 10 Relación de la atenuación y las ventanas de la fibra óptica. [7]</i>	21
<i>Fig. 1. 11 Tipos de conectores de fibra óptica. [15]</i>	23
<i>Fig. 1. 12 Multiplexor óptico. [5]</i>	26
<i>Fig. 1. 13 Multiplexación por división de tiempo. [15]</i>	27
<i>Fig. 1. 14 Multiplexación por división de frecuencia. [15]</i>	27
<i>Fig. 1. 15 Multiplexación por división de longitud de onda. [15]</i>	28
<i>Fig. 1. 16 Enlace punto a punto. [9]</i>	29
<i>Fig. 1. 17 Topología en estrella. [9]</i>	30
<i>Fig. 1. 18 Topología en bus. [9]</i>	30
<i>Fig. 1. 19 Topología en anillo. [9]</i>	31
<i>Fig. 1. 20 Cable aéreo ADSS. [12]</i>	32
<i>Fig. 1. 21 Cable aéreo Figura-8. [12]</i>	33
<i>Fig. 1. 22 Estructura de un cable OPGW. [12]</i>	34
<i>Fig. 1. 23 Estructura de un cable aéreo LASHED. [12]</i>	34
<i>Fig. 1. 24 Arquitectura FTTH. [10]</i>	36
<i>Fig. 1. 25 Tecnologías de redes de fibra óptica. [15]</i>	36
<i>Fig. 1. 26 Arquitectura referencial de una red HFC [6]</i>	38
<i>Fig. 1. 27 Arquitectura básica de una red PON [20]</i>	40
<i>Fig. 1. 28 Arquitectura CATV [31]</i>	41
<i>Fig. 1. 29 Comparación de arquitecturas frente a PON. [21]</i>	42
<i>Fig. 1. 30 Comparación de arquitecturas frente a PON. [3]</i>	44
<i>Fig. 1. 31 Arquitectura Básica de una red EPON [20]</i>	45
<i>Fig. 1. 32 Ejemplo de una estructura de una red GPON [31]</i>	49
<i>Fig. 1. 33 Estructura de un OLT. [25]</i>	51
<i>Fig. 2. 1 División parroquial del cantón Azogues. Se muestra el área urbana como un conjunto. [44]</i>	62
<i>Fig. 2. 2 Mapa de la zona urbana de la ciudad de Azogues de acuerdo a su distribución zonal. [44]</i>	63
<i>Fig. 2. 3 Delimitación del territorio de análisis. [44]</i>	65
<i>Fig. 2. 4 Porcentaje de usuarios por estado. [Fuente: Los Autores]</i>	73

Índice

<i>Fig. 2. 5 Porcentaje de usuarios que tienen TV por Suscripción. [Fuente: Los Autores]</i>	74
<i>Fig. 2. 6 Porcentaje de usuarios que tienen servicio de internet. [Fuente: Los Autores]</i>	74
<i>Fig. 2. 7 Porcentaje de usuarios por proveedor que tienen TV por suscripción. [Fuente: Los Autores]</i>	75
<i>Fig. 2. 8 Valor de pago de usuarios por servicio de internet. [Fuente: Los Autores]</i>	75
<i>Fig. 2. 9 Valor de pago de los usuarios por los servicios de Televisión por suscripción. [Fuente: Los Autores]</i>	76
<i>Fig. 3. 1 Levantamiento de la canalización existente. [Fuente: Los Autores]</i>	81
<i>Fig. 3. 2 Distribución de las ONT's en la zona de análisis. [Fuente: Los Autores]</i>	83
<i>Fig. 3. 3 Distribución de la red primaria (Feeder).[Fuente: Los Autores]</i>	84
<i>Fig. 3. 4 Distribución de la red secundaria para el Distrito 1. [Fuente: Los Autores]</i>	87
<i>Fig. 3. 5 Modelo de diseño masivo/casas. [42]</i>	89
<i>Fig. 4. 1 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 1. [Fuente: Los autores]</i>	103
<i>Fig. 4. 2 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 2 opción 1. [Fuente: Los autores]</i>	105
<i>Fig. 4. 3 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 2 opción 1. [Fuente: Los autores]</i>	106
<i>Fig. 4. 4 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 3 opción 1. [Fuente: Los autores]</i>	108
<i>Fig. 4. 5 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 3 opción 2. [Fuente: Los autores]</i>	109

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. 1 Tipos de DSL asimétrico. [14]</i>	12
<i>Tabla 1. 2 Tipos de DSL simétrico. [14]</i>	13
<i>Tabla 1. 3 Comparación entre las tecnologías PON [21]</i>	46
<i>Tabla 2. 1 Datos Cantonales del Censo 2010. [44], [47], [48]</i>	64
<i>Tabla 2. 2 Detalle de proveedores de Servicio de Televisión por suscripción en la ciudad de Azogues. [56]</i>	68
<i>Tabla 2. 3 Detalle de proveedores de Servicio de valor agregado de internet por suscripción en la ciudad de Azogues [56], [45], [49]</i>	69
<i>Tabla 2. 4 Pago aproximado de cada usuario que cuenta con los tres servicios. [Fuente: Los Autores]</i>	76
<i>Tabla 2. 5 Detalle del Plan Residencial 1 propuesto. [Fuente: Los Autores]</i>	77
<i>Tabla 2. 6 Detalle del Plan Residencial 2 propuesto. [Fuente: Los Autores]</i>	77
<i>Tabla 2. 7 Detalle del Plan Comercial propuesto. [Fuente: Los Autores]</i>	77
<i>Tabla 2. 8 Detalle del Plan Corporativo propuesto*. [Fuente: Los Autores]</i>	78
<i>Tabla 2. 9 Plan Corporativo propuesto, solo datos. [41], [Los Autores]</i>	78
<i>Tabla 2. 10 Proyección de la cantidad de usuarios en base a históricos de abonados de CNT. EP. [Fuente: Los Autores], [61]</i>	78
<i>Tabla 2. 11 Proyección del porcentaje de crecimiento según históricos de porcentaje de abonados de CNT. EP. [Fuente: Los Autores], [61]</i>	79
<i>Tabla 3. 1 Anchos de banda para la red GPON del estándar ITU-T G984. [62], [Fuente: Los Autores]</i>	85
<i>Tabla 3. 2 Valores de los parámetros ópticos de la fibra monomodo G652.D. [62],[Fuente: Los Autores]</i>	86
<i>Tabla 3. 3 Valores de pérdidas considerados para el diseño. [Fuente: Los Autores]</i>	88
<i>Tabla 3. 4 Atenuación de acuerdo al tipo de splitter. [11], [24], [25]</i>	91
<i>Tabla 4. 1 Parámetros a considerara en el cálculo del TMAR. [38], [36], [50]</i>	98
<i>Tabla 4. 2 Valores de depreciación de equipos de telecomunicaciones. [57]</i>	100
<i>Tabla 4. 3 Costo a pagar de la empresa por el soporte técnico al cliente. [Fuente: Los autores]</i>	101
<i>Tabla 4. 4 Costo a pagar gastos de movilidad. [Fuente: Los autores]</i>	101
<i>Tabla 4. 5 Ingresos y Egresos para el primer escenario. [Fuente: Los autores]</i>	102
<i>Tabla 4. 6 Detalle del paquete considerado para este escenario. [Fuente: Los autores]</i>	102
<i>Tabla 4. 7 Valores obtenidos para el primer escenario. [Fuente: Los autores]</i>	103
<i>Tabla 4. 8 Ingresos y Egresos para la opción 1 del segundo escenario. [Fuente: Los autores]</i>	104
<i>Tabla 4. 9 Detalle del paquete considerado para el segundo escenario. [Fuente: Los autores]</i>	104

Índice

<i>Tabla 4. 10 Ingresos y Egresos para la opción 2 del segundo escenario. [Fuente: Los autores]</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 4. 11 Valores obtenidos para el segundo escenario. [Fuente: Los autores].....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 4. 12 Ingresos y Egresos para la opción 1 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 4. 13 Detalle del paquete considerado para la opción 1 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 4. 14 Ingresos y Egresos para la opción 2 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 4. 15 Detalle del paquete considerado para la opción 2 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 4. 16 Valores obtenidos para el tercer escenario. [Fuente: Los autores]</i>	<i>110</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. 1 Cálculo de pérdidas. [16]</i>	53
<i>Ecuación 1. 2 Tamaño de la muestra. [23]</i>	72
<i>Ecuación 1. 3 Atenuación total del enlace. [35]</i>	88
<i>Ecuación 1. 4 Cálculo del Valor actual Neto [49]</i>	97
<i>Ecuación 1. 5 Cálculo de la Tasa interna de Retorno. [49]</i>	98

CAPÍTULO 1

Redes FTTH, lineamientos y estándares para el diseño de una red GPON

Redes y Tecnologías de acceso

Una red de acceso es el segmento que comunica a los abonados con el resto de la red y es mejor conocida como última milla. A nivel técnico, comprende la infraestructura de comunicaciones entre el punto de conexión del terminal del usuario hasta el primer equipo que procesa información en la Capa de Red¹.

1.1 Elementos que componen una red de acceso. [6]

Los elementos que componen una red de acceso son:

- *El medio físico de transmisión* entre los que se pueden citar:
 - Par de cobre trenzado
 - Cable coaxial
 - Fibra óptica
 - Espacio libre/Aire

- *Los equipos de Telecomunicaciones* como:
 - Acceso DSL (*Digital Subscriber Line*)
 - Acceso MSAN (*Multi-Service Access Node*)
 - Acceso óptico
 - Antenas

¹ Capa de red.- Es la capa tres del modelo OSI y se encarga de identificar el enrutamiento existente entre una o más redes, es decir, permite que la información fluya por diferentes redes.

- Los *empalmes y dispositivos de Interconexión* como:
 - Empalmes de par trenzado
 - Empalmes de fibra óptica
 - Cajas de distribución

1.2 Clasificación de las tecnologías de acceso. [6]

Por su medio de transmisión se clasifican en:

1.2.1 Tecnologías Inalámbricas

En estas redes los clientes usan señales de radio para acceder a la red en parte o en toda la conexión entre el usuario y la central de conmutación, son muy utilizadas en regiones donde las redes se encuentran en desarrollo. Estas redes pueden ser:

- *Bucle inalámbrico (WiLL o Wireless Local Loop, LMDS, Local Multipoint Distribution Service y MMDS Multichannel Multipoint Distribution Service)*
- *Redes MAN (Metropolitan Area Network)/LAN (Local Area Network) inalámbricas (WLAN, Wi-Fi, WiMAX, HiperLAN2).*
- *Comunicaciones móviles de segunda y tercera generación (CDMA, GSM, UMTS, 3G).*
- *Comunicaciones ópticas por aire (HAPs High Altitude Platforms, FSO Free Space Optical).*
- *Redes de acceso por satélite*
- *Televisión digital terrestre (TDT)*

1.2.2 Tecnologías Cableadas

Pueden ser:

- *Redes de Acceso por par de Cobre (xDSL, Modems)*
- *Redes de Acceso por cable coaxial*

Capítulo I

- *Redes híbridas de fibra y cable (HFC).*
- *Acceso Fijo por Red eléctrica (PLC).*
- *Redes de Acceso por Fibra óptica (FTTx, PON, EFM, entre otros).*

1.2.2.1 Redes de acceso vía cobre

El cobre es el medio físico típico en redes de telecomunicaciones a nivel global, tradicionalmente usado en telefonía (mediante redes de acceso tradicional PSTN² usando solo una porción del ancho de banda disponible) sin embargo en la actualidad, además de telefonía, también ofrece las señales de video y datos simultáneamente.

Aunque el uso del cable de cobre ha disminuido debido a la aparición de nuevas tecnologías, es posible que se continúe usando ya que forma parte de procesos mejorados de transmisión con los que se puede desarrollar la capacidad de transmisión de datos aprovechando la infraestructura ya existente de telecomunicaciones. A continuación se habla de las tecnologías que se utiliza para la transmisión por cobre.

1.2.2.1.1 Tecnologías xDSL [6],[14]

xDSL es un grupo de tecnologías cuyo principal objetivo es proveer conexión digital sobre red de telefonía básica a mayor velocidad, sin necesidad de amplificadores o repetidores de señal entre el abonado y el primer nodo de la red. En esta red debe existir un módem para el envío y recepción de datos y un splitter (divisor) para soportar ambos servicios, el telefónico y xDSL.

Estas tecnologías permiten el flujo de información tanto simétrico como asimétrico.

² PSTN: Public Switched Telephone Network o red telefónica conmutada, en la que los terminales se comunican con una central de a través de un canal compartido por las señales del micrófono y del auricular.

Capítulo I

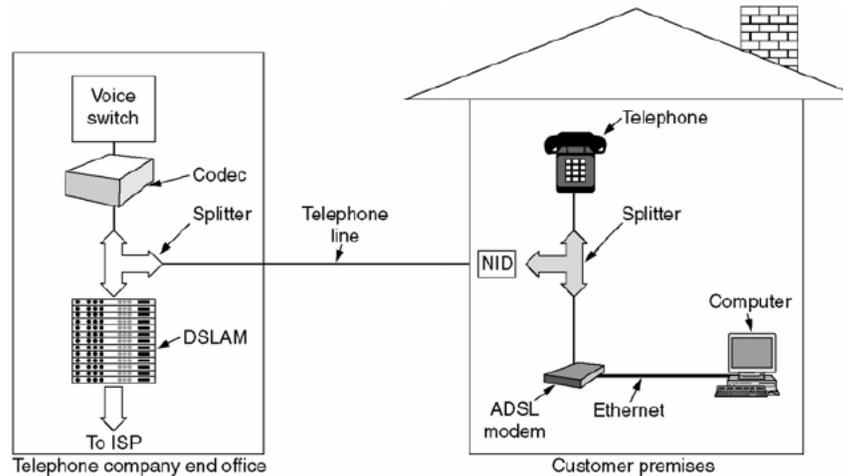


Fig. 1. 1 Tecnología de red xDSL. [6]

1.2.2.1.1.1 xDSL asimétrico.

En esta tecnología la velocidad de bajada es mayor que la de subida, su principal debilidad son los rangos limitados de velocidades además de que requieren un equipamiento adicional.

	Nombre	Distancia máxima	Velocidad download	Velocidad upload
ADSL	Asymmetric DSL	5 km	8 Mbps	1 Mbps
RADSL	Rate-Adaptive DSL	7 Km	7 Mbps	1 Mbps
VDSL	Very High Bit-rate DSL	1.5 Km	13 a 52 Mbps	1,6 a 6,4 Mbps

Tabla 1. 1 Tipos de DSL asimétrico. [14]

1.2.2.1.1.2 xDSL simétrico.

Para el DSL simétrico las velocidades de subida y bajada son iguales y es ideal para aplicaciones que requieren simetría como las video conferencias. Los tipos de DSL simétrico son:

	Nombre	Distancia máxima	Velocidad de bajada/subida máxima
HDSL	High speed DSL	3,5 Km	2 Mbps
HDSL 2	High speed DSL 2	5,4 Km	2 Mbps
SDSL	Symmetric DSL	2,7 Km	160 Kbps - 1,5 Mbps
SHDSL	Single-pair HDSL	6 Km - 3Km	192 Kbps- 2,3 Mbps (un par trenzado) 384 Kbps – 4,6 Mbps (dos pares trenzados)
ISDL	ISDN DSL	8 km	144 Kbps

Tabla 1. 2 Tipos de DSL simétrico. [14]

1.2.2.2 Redes de acceso vía fibra óptica

Son redes de alta tecnología que envían la información por medio de pulsos de luz, por lo que su medio apto de transmisión es el vidrio o el plástico. Alcanzan velocidades de entrega superiores al cobre.

Pueden clasificarse de dos formas:

- Por el uso de elementos pasivos y/o activos: Redes PON
- Por la cercanía del tramo de fibra al domicilio de cliente: FTTX

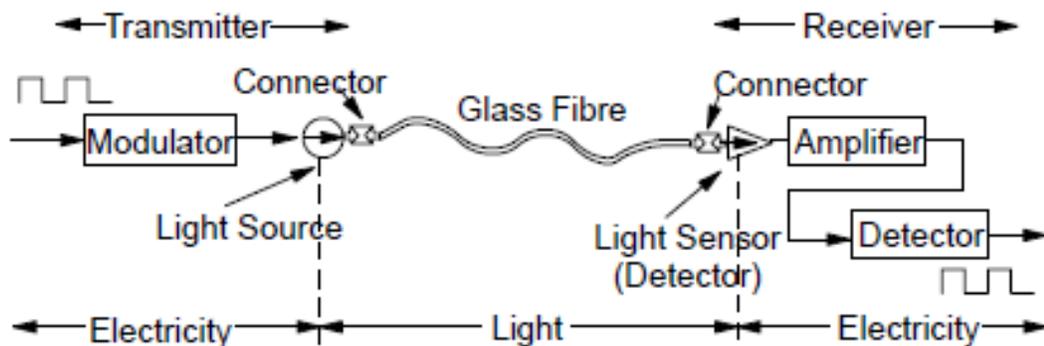


Fig. 1. 2 Sistema de transmisión óptica. [24]

1.2.2.2.1 Componentes de una comunicación óptica [7], [23], [24]

Los componentes base que intervienen en una comunicación óptica son:

- Un *stream (cadena) de datos* en forma eléctrica que va a un *modulador* que codifica los datos para la transmisión por fibra.
- Una *f fuente de luz* (LED o Laser) impulsada por el modulador y enfocada a la fibra.
- La luz viaja a través de la *fibra* (durante este tiempo puede experimentar dispersión y pérdida de fuerza)
- La luz llega al *detector* del receptor que la convierte en señal eléctrica nuevamente.
- A continuación la señal se *amplifica* y se *decodifica* y reconstruye el stream de datos original.

Según esto, los factores de importancia en un sistema de transmisión óptica son:

1. Las características de la fibra, como el espesor, índice refractivo, espectro de absorción y su geometría.
2. La longitud de onda de luz usada
3. Las características del dispositivo usado para crear la luz (láser o LED). El rango de frecuencias de la luz producida.
4. El tipo y características del dispositivo usado para detectar la luz
5. Cómo se modula la señal

A continuación se analiza cada componente mencionado:

1.3 Fibra óptica [7], [2], [9]

Capítulo I

Es un medio de transmisión de vidrio o de plástico por el que viaja la información en forma de pulsos de luz, gracias esto, alcanza una mejor eficiencia y evita distorsiones, atenuación, crosstalk³, etc de la señal que estamos enviando.

1.3.1 Composición [7], [46]

Un cable de fibra óptica se compone básicamente de tres partes:

El núcleo (core): Filamento de vidrio de sílice (SiO_2), con materiales como Oxido de Boro (B_2O_3), Oxido de Germanio (GeO_2), Oxido Fosfórico (P_2O_5) por el que viajan los pulsos de luz ajustando su índice de refracción, también se encuentran en el mercado fibras ópticas con núcleo de plástico o de cuarzo fundido.

El revestimiento (cladding): Son capas que rodean al núcleo, fabricadas de un material con un índice de refracción menor al del núcleo, lo que causa que la luz se refleje en el revestimiento y se mantenga en el núcleo. El diámetro del revestimiento es de 125 μm .

Un revestimiento exterior (jacket): Es una protección de la fibra hecha de plástico que la resguarda de los daños.

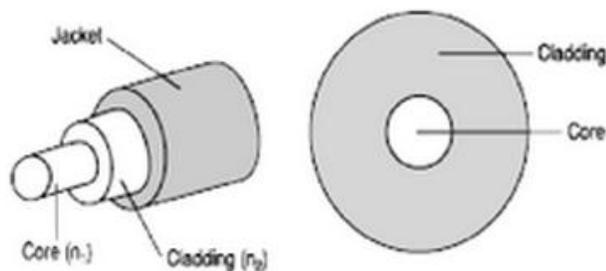


Fig. 1. 3 Estructura de una fibra óptica. [12]

³ Crosstalk o diafonía es la interferencia entre dos líneas conductoras que puede generar atenuaciones.

1.3.2 Características dinámicas de la fibra óptica. [7], [23], [24]

1.3.2.1 *Dispersión*

Efecto en el que varios componentes de una señal transmitida viajan a diferentes velocidades y con trayectorias distintas de propagación en la fibra y llegan a tiempos desiguales en el receptor.

Los diferentes tipos de dispersión que se presentan en un sistema de comunicación óptico son:

- Dispersión modal,
- Dispersión de polarización y
- Dispersión cromática.

La *dispersión de polarización* surge porque la fibra en su constitución física no es perfectamente circular.

La *dispersión cromática* es una característica de la fibra, es decir, cada fibra tiene una dispersión cromática diferente.

La *dispersión modal*, surge solo en la fibra multimodo, donde los diferentes modos viajan a diferentes velocidades.

1.3.2.2 *Atenuación*

Es la pérdida de potencia óptica cuando la señal viaja a través de la fibra y se mide en decibeles (dB). Los valores de atenuación de fibra óptica se pueden calcular mediante los coeficientes de atenuación para un tipo y longitud de fibra óptica determinado. Esta

Capítulo I

información está disponible en la hoja de datos del fabricante. La longitud de onda de la luz que atraviesa la fibra óptica también afecta la atenuación, en una fibra óptica de vidrio, la atenuación es baja para señales de luz con longitudes de onda grandes y la atenuación será mayor para señales de luz con longitud de onda corta.

La *atenuación intrínseca* se produce porque en el proceso de fabricación de la fibra, esta no es completamente pura.

La *atenuación extrínseca* es producida por algún mecanismo externo que curva la fibra óptica.

1.3.3 Tipos de fibra óptica [7], [9], [12]

Según el modo de propagación:

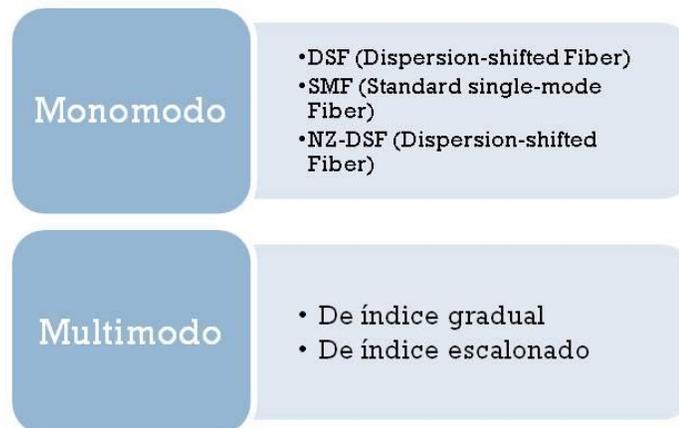


Fig. 1. 4 Clases de Fibra óptica según su propagación

1.3.3.1 Fibra monomodo

Es más delgada en su núcleo, con un diámetro entre 8 y 10 μm evita la dispersión modal; de esta manera sólo el rayo óptico central viaja a través de la fibra, logrando alcanzar mayores distancias y tasas de transmisión. Los tipos de fibra monomodo se describen en los párrafos siguientes:

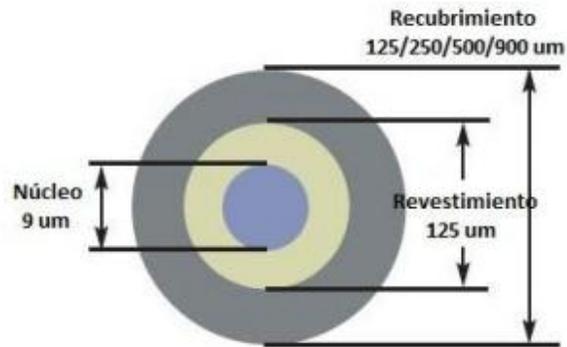


Fig. 1. 5 Fibra monomodo. [12]

1.3.3.1.1 SMF (Standar Single Mode Fiber)

Tiene una atenuación de 0,2 db/km, una dispersión cromática de 16 ps/km en la ventana de 1550 nm, en tanto que, en la segunda ventana la dispersión cromática es nula pero la atenuación es mayor, casi el doble que en la tercera ventana.

1.3.3.1.2 DSF (Dispersion Shifted Fiber)

Este tipo de fibra tiene una dispersión cromática nula en la ventana de 1550 nm, aunque su atenuación aumenta ligeramente a aproximadamente 0,25 dB/Km.

1.3.3.1.3 NZDSF (Non zero Dispersion Shifted Fiber)

Tiene un valor de dispersión próximo a cero, para contrarrestar los efectos de los fenómenos no lineales mediante la dispersión cromática. Son adecuadas para sistemas WDM.

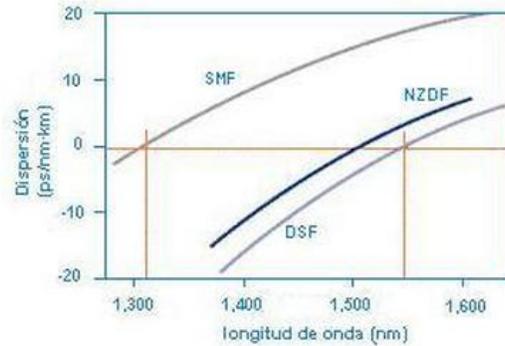


Fig. 1. 6 Dispersión cromática de las fibras monomodo. [7]

1.3.3.2 Fibra Multimodo

Este tipo de fibra puede transmitir muchos rayos lumínicos por su núcleo de forma simultánea, ya que éste es de mayor diámetro (entre 50/125 μm y 62,5/125 μm). Esta característica facilita el acoplamiento de la fibra, por otra parte, su principal inconveniente es su bajo ancho de banda derivado de la dispersión modal.

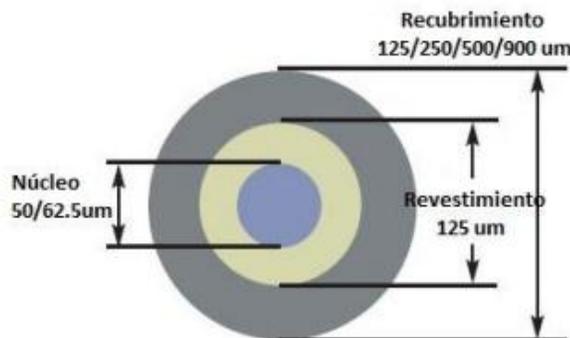


Fig. 1. 7 Fibra multimodo. [12]

Las fibras ópticas multimodo pueden ser:

1.3.3.2.1 Fibra óptica multimodo de índice escalonado

Capítulo I

En este tipo de fibra óptica existen varios rayos ópticos viajando simultáneamente cada uno con ángulos diferentes que se reflejan sobre las paredes del núcleo, recorriendo distancias desiguales desfasadas en su viaje dentro de la fibra, esta es la razón por la que el alcance de transmisión de este tipo de fibra es corto.

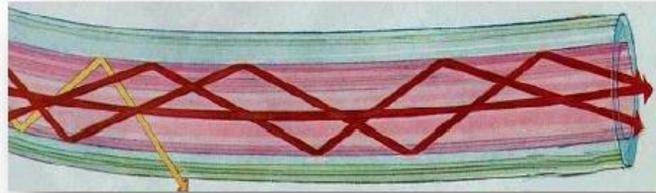


Fig. 1. 8 Fibra óptica multimodo de índice escalonado. [4]

Si el ángulo de los rayos de luz (ángulo de incidencia) que ingresan a la fibra óptica son menores al ángulo crítico⁴ la luz no se reflejará, sino que se refractará y no continuará el curso deseado.

1.3.3.2.2 Fibra óptica multimodo de índice gradual

En este tipo de fibra, el núcleo se forma de varias capas concéntricas con diferentes índices de refracción, causando que el haz de luz se refracte poco a poco mientras viaja por el núcleo, aparentando que el rayo de luz se curva. La cantidad de rayos ópticos diferentes que viajan por el núcleo de estas fibras es menor que el de las de índice escalonado, por lo que su distancia de propagación y ancho de banda es mayor.

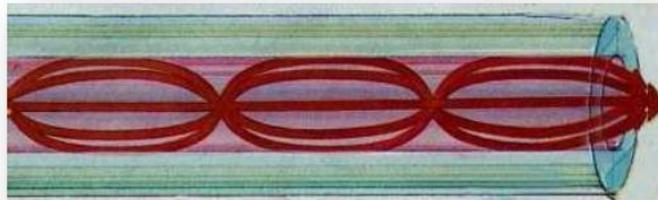


Fig. 1. 9 Fibra óptica multimodo de índice gradual. [4]

⁴ El ángulo crítico es el ángulo mínimo de incidencia en un medio, en el cual la luz se refleja totalmente.

1.3.4 Ventanas de trabajo de la fibra óptica [4], [5], [7]

Es el rango de longitudes de onda para las que la atenuación de la fibra óptica es baja y casi constante. La utilización de una u otra ventana, es lo que determinará la atenuación de la señal transmitida por kilómetro como se muestra en la siguiente figura:

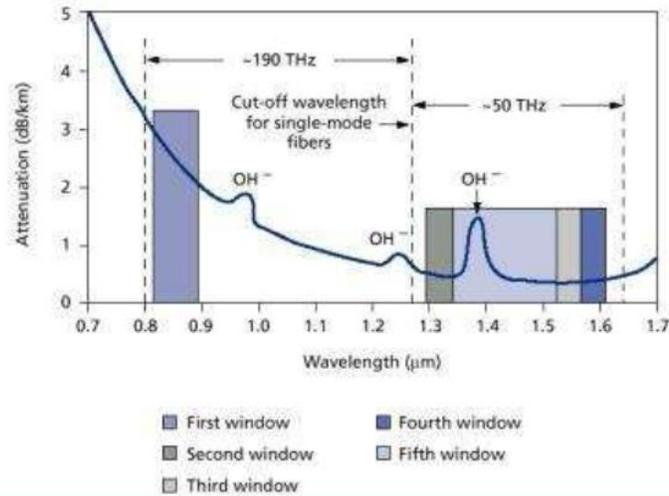


Fig. 1. 10 Relación de la atenuación y las ventanas de la fibra óptica. [7]

1.3.4.1 Primera ventana. Short Wavelength Band

Es la banda entre los 800 y 900 nm. Utiliza fuentes y detectores ópticos de bajo costo.

1.3.4.2 Segunda ventana. Medium Wavelength Band

Esta banda está entre los 1250 nm y 1350 nm, típicamente tiene un valor de 1310 nm, y es atractiva debido a que ofrece cero dispersión (en fibra single-mode). Los detectores y las fuentes utilizados son muy costosos pero la atenuación de la fibra es de solo 0.4 dB/km, la mayoría de sistemas de comunicaciones de larga distancia operan en esta banda.

1.3.4.3 Tercera ventana. Long Wavelength Band

Es la banda entre 1510 y 1600 nm, el valor típico es de 1550 nm y tiene la más baja atenuación disponible (alrededor de 0.2 dB/km), lo que permite emplear enlaces de forma que cada 80 o 100 km se coloque un amplificador o regenerador, sin embargo requieren de un diseño mucho más cuidadoso para reducir efectos que puedan aumentar la dispersión de pulso que en esta ventana es mucho mayor. Existe disponibilidad de amplificadores para esta banda pero las fuentes ópticas y detectores son muy costosos. Los picos de pérdida se dan en 1250 y 1400 nm y se deben a las trazas de agua en el cristal.

Estas ventanas corresponden a las longitudes de onda de la luz infrarroja⁵ sin que esto signifique que en fibra óptica no opere luz visible⁶, la misma que tendrá una mayor atenuación en comparación con la infrarroja.

1.3.5 Conectores de fibra óptica [5], [7], [29]

Los conectores de fibra óptica son elementos pasivos que conectan los hilos de fibra a un dispositivo como un transmisor o un receptor, son de simple instalación y fácil mantenimiento. Los más comunes son:

- Conectores FC se usan en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- Conectores FDDI, son comunes en redes de fibra óptica.
- Conectores LC y MT-Array se prefieren en transmisiones de alta densidad de datos.
- Conectores SC y SC-Dúplex se utilizan para la transmisión de datos.
- Conectores ST o BFOC se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.

⁵ La longitud de onda de la luz infrarroja se encuentra aproximadamente entre 750 nm y 1 mm

⁶ La longitud de onda de la luz visible se encuentra aproximadamente entre 400 nm y 750 nm.

Figura	Tipo	Características
	Conector ST	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento de Bayoneta • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector SC	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento Push-Pull • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector FC	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento Push-Pull • Férula de 1,25 mm de cerámica.
	Conector LC	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento Push-Pull • Férula de 1,25 mm de cerámica.
	Conector FDDI	<ul style="list-style-type: none"> • Multimodo • Acoplamiento Push-Pull • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector MT-RJ	<ul style="list-style-type: none"> • Multimodo • Acoplamiento Push-Pull • Férula de 2,45 x 4,4 mm de polímero.
	Conector Opt-Jack	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo • Acoplamiento Plug y Jack • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector LX-5	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Montadura Push-Pull • Férula de 1,25 mm de cerámica.
	Conector MU	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento Push-Pull • Férula de 1,25 mm de cerámica.

Fig. 1. 11 Tipos de conectores de fibra óptica. [15]

1.3.6 Dispositivos ópticos [7], [29]

1.3.6.1 Fuentes de luz

Se encargan de convertir la señal eléctrica en señal luminosa, emitiendo el haz de luz que permite la transmisión de datos. Deben tener capacidad para cambiar la frecuencia de emisión. Cuando la fuente de luz no está directamente acoplada a la fibra a través del circuito integrado, el haz de luz es focalizado mediante lentes. También se emplean prismas, redes de difracción y sobretodo, acopladores direccionales para transportar luz.

Existen dos tipos de fuentes de luz:

1.3.6.1.1 LEDs.

Utilizan una corriente de 50 a 100 mA, y tienen una potencia de salida menor a las generadas en los diodos láser. Su velocidad es lenta y su anchura espectral es típicamente menor a 100 nm. Sólo se pueden usar en fibras multimodo y tienen un tiempo de vida extenso además de ser económicos.

1.3.6.1.2 Láser.

Este tipo de emisor usa una corriente de 5 a 40 mA, son muy rápidos, se pueden usar con fibra monomodo o multimodo, su tiempo de vida es largo pero menor que el de los LEDs y son mucho más costosos.

Entre los parámetros que usan los diodos láser se menciona una potencia de salida en el orden de las decenas de mW, una frecuencia de modulación en el orden de los GHz y una anchura espectral menor a 0,5 nm.

Los dispositivos láser más usados son los siguientes:

1.3.6.1.2.1 Láser FP (Fabry-Perot):

La luz que emiten tiene muchas componentes espectrales y la energía se dispersa, cuentan con una especie de cavidad resonante que determina la longitud de onda. Tienen cierta inestabilidad en la potencia de salida.

1.3.6.1.2.2 Láser DFB

El láser DFB (Distributed Feedback Laser) o láser de retroalimentación distribuida, utiliza una rejilla de difracción que restringe la oscilación a un único modo. Es la fuente más común para transmisores de downstream.

1.3.6.2 Conversores luz-corriente eléctrica

También llamados fotodetectores, convierten las señales luminosas que proceden de la fibra óptica en señales eléctricas. A partir de una luz modulada incidente obtienen una corriente, la misma que es proporcional a la potencia recibida y a la forma de onda de la señal moduladora. Las condiciones que debe cumplir un fotodetector para su utilización en el campo de las comunicaciones, son las siguientes:

- La corriente inversa (en ausencia de luz) debe ser muy pequeña, para así poder detectar señales ópticas muy débiles (alta sensibilidad).
- Rapidez de respuesta (gran ancho de banda).
- El nivel de ruido generado por el propio dispositivo debe ser mínimo.

Hay dos tipos de detectores: los fotodiodos PIN y los de avalancha APD.

1.3.6.2.1 Detectores PIN

Se componen de una unión P-N y entre esa unión se intercala una nueva zona de material intrínseco (I), la cual mejora la eficacia del detector. Se alimentan con 8 o 10 V. Se utilizan principalmente en sistemas que permiten una fácil discriminación entre posibles niveles de luz a distancias cortas.

1.3.6.2.2 Detectores APD

También llamados fotodiodos de avalancha, se alimentan en sentido inverso con altos voltajes que varían entre 40 y 400 V, con lo que generan un efecto interno de ganancia de corriente (aproximadamente 100), debido a la ionización de impacto (efecto avalancha). El mecanismo de estos detectores consiste en lanzar un electrón a gran velocidad (con la energía suficiente), contra un átomo para que sea capaz de arrancarle otro electrón.

Capítulo I

Estos detectores se pueden clasificar en tres tipos:

- De silicio: Presentan un bajo nivel de ruido y un rendimiento de hasta el 90% trabajando en primera ventana. Requieren alta tensión de alimentación (200-300V).
- De germanio: Son aptos para trabajar con longitudes de onda comprendidas entre 1000 y 1300 nm y con un rendimiento del 70%.
- De compuestos de los grupos III y V.

1.3.6.3 Multiplexores Ópticos

Un multiplexor o acoplador óptico es un dispositivo que toma las longitudes de onda de múltiples fibras ópticas y las canaliza en un solo medio. Esencialmente se puede multiplexar una señal en tiempo, frecuencia y longitud de onda.

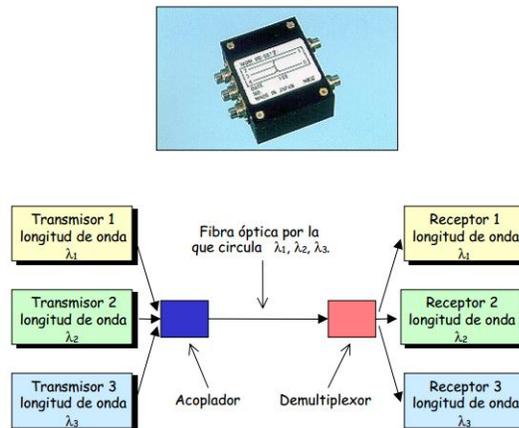


Fig. 1. 12 Multiplexor óptico. [5]

1.3.6.3.1 Multiplexión por división de Tiempo (TDM):

Capítulo I

Se asigna el ancho de banda disponible a cada usuario durante ranuras (slots) de tiempo. Esto es posible organizando la información de salida en tramas, y asignando intervalos de tiempo fijos dentro de la trama a cada canal de entrada. Así el primer canal de la trama corresponde a la primera comunicación, el segundo a la segunda y así sucesivamente, hasta que el n-ésimo más uno vuelva a corresponder a la primera. En la siguiente figura se muestra la multiplexación TDM.

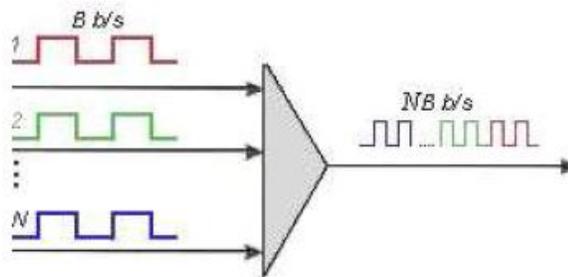


Fig. 1. 13 Multiplexación por división de tiempo. [15]

1.3.6.3.2 Multiplexación por división de frecuencia FDM:

Divide mediante filtros el espectro de frecuencias del canal de transmisión y desplaza la señal a transmitir dentro del margen del espectro correspondiente mediante modulaciones, de tal manera que cada usuario tiene posesión exclusiva de una banda de frecuencias, también llamadas subcanales.

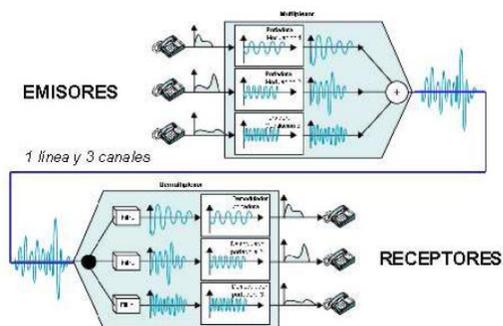


Fig. 1. 14 Multiplexación por división de frecuencia. [15]

1.3.6.3.3 Multiplexación por división de longitud de onda (WDM):

Consiste en transmitir por una misma fibra óptica varias señales, cada una en una longitud de onda diferente y con la misma tasa binaria, sin que interfieran entre sí, ya que están lo suficientemente separadas. De este modo la capacidad del enlace se multiplica por el número de canales.

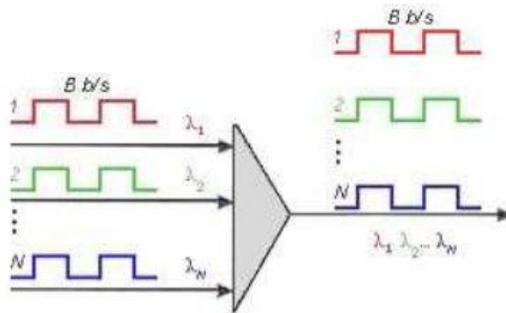


Fig. 1. 15 Multiplexación por división de longitud de onda. [15]

1.3.7 Topologías de red [24], [25]

La arquitectura de red debe ser lo más sencilla posible para lograr minimizar los costes de despliegue y mantenimiento, sin dejar de lado la eficiencia y calidad en el servicio. Por esta razón los sistemas pasivos son los preferidos. Las topologías más comunes se describen a continuación:

- Punto a punto (Point to point)
- Conexión punto a multipunto:
 - En estrella
 - En enlace común (Bus)
 - En anillo (Ring)

1.3.7.1 Conexión punto a punto

Capítulo I

Esta topología enlaza directamente dos dispositivos entre sí (OLT y ONT) mediante cables de fibra óptica, este tramo es generalmente de comunicación bidireccional, utilizando diferentes longitudes de onda para cada dirección. El precio de implantación de estas redes aumenta con el número de usuarios, por lo que no es muy utilizado.

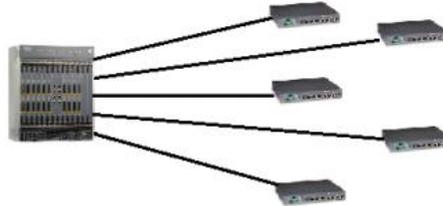


Fig. 1. 16 Enlace punto a punto. [9]

1.3.7.2 Conexión punto a multipunto

Su objetivo es reducir el precio de la red mediante el uso de elementos pasivos sencillos, por esta razón se denomina a esta lógica PON (Passive Optical Network). De esta manera los usuarios comparten un mismo cable de fibra óptica que llega a un splitter, donde la señal se distribuye a los destinos respectivos. Estas redes pueden adoptar distintas topologías: en estrella o árbol, en anillo en bus. La elección de la topología adecuada depende de la condición geográfica y del emplazamiento de los usuarios.

1.3.7.2.1 Arquitectura en estrella

Es la más usada debido a su bajo coste y gran eficiencia. Su estructura consiste en la interconexión del nodo central con un divisor óptico mediante un tramo de fibra, el divisor es el dispositivo pasivo que reparte la señal, enviándola a sus destinatarios. Este divisor requiere de funciones especiales para la privacidad y seguridad. Para poder conmutar el divisor requiere de intervalos de tiempo específicos para las ONT's basándose en la demanda de ancho de banda de cada uno. En el canal ascendente se utiliza algún protocolo de acceso múltiple, normalmente multiplexación por división de tiempo TDM. [12]

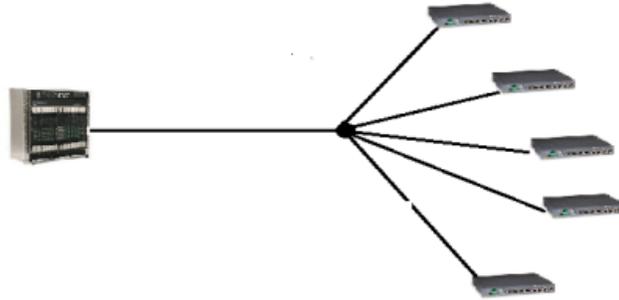


Fig. 1. 17 Topología en estrella. [9]

1.3.7.2.2 Arquitectura en bus

El nodo central se conecta a otros nodos mediante un enlace común, que comparten todos los nodos ONT's de la red. Existen dos direcciones: de izquierda a derecha donde los nodos insertan tráfico y de derecha a izquierda donde los nodos solo tienen dos funciones (leer o eliminar el tráfico).



Fig. 1. 18 Topología en bus. [9]

El inconveniente de esta topología es la fiabilidad ya que la ruptura del enlace de fibra en un punto determinado del circuito deja sin comunicación a todos los usuarios situados en el tramo posterior a la rotura del cable.

1.3.7.2.3 Arquitectura en anillo

Consiste en un enlace común para todos los nodos en forma de anillo, este tipo de topologías son robustas y son la base de muchas arquitecturas ya que ofrecen una comunicación fiable.

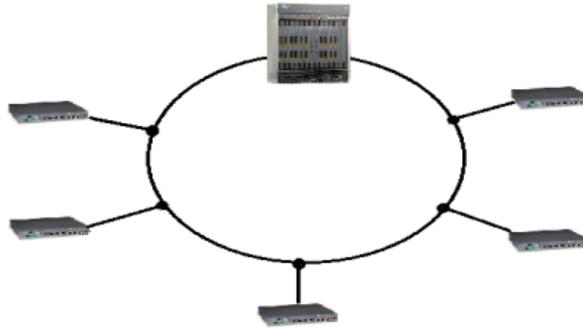


Fig. 1. 19 Topología en anillo. [9]

Los anillos son capaces de recuperar la comunicación después de un fallo utilizando dos técnicas de protección: protección de ruta y el enlace/nodo de recuperación. La primera consiste en reenviar el tráfico desde el OLT en el sentido contrario al sentido anterior. La segunda es similar, pero en este caso el tráfico se re-direcciona en el nodo/enlace donde se ha producido la rotura.

1.3.8 Tipos de tendido de la fibra [23], [51]

1.3.8.1 Tendido subterráneo

Para hacer un tendido subterráneo se suelen abrir zanjas en la vía pública, o bien utilizar la tecnología trenchless⁷ basada en ductos guiados para que la fibra pase por debajo del suelo. Los cables de fibra óptica que se usan en este tendido deben tener características semidieléctricas y son los cables armados o acorazados.

1.3.8.2 Tendido aéreo

⁷ Tecnología trenchless (TT) o Tecnología sin zanjas. Son procedimientos para la construcción o instalación de conductos sin recurrir a zanjas; aunque, normalmente es necesaria la excavación de un pozo de entrada y un pozo de salida para los equipos a utilizar.

Capítulo I

Los tendidos aéreos aprovechan las instalaciones de postería existentes de las empresas de transporte de energía eléctrica en la que la fibra va tendida a través de los postes de alta y baja tensión. Para los tendidos aéreos se utilizan básicamente cuatro tipos de cables de fibra óptica:

1.3.8.2.1 Cable ADSS (All Dielectric Self-Supporting)

Son cables ópticos totalmente dieléctricos auto-sustentados que cumplen rigurosas normas de seguridad mundial, debido a su estructura no se necesita cable mensajero, reduciendo costos y manejabilidad a la hora de instalar redes largas. Pueden contener hasta 576 fibras y soportar tensiones mecánicas elevadas.

Estos cables ópticos no son afectados por la caída de rayos, campos electromagnéticos u otro tipo de interferencias, debido a que no tienen elementos metálicos. Están recubiertos de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico, lo cual aumenta el grosor del cable.

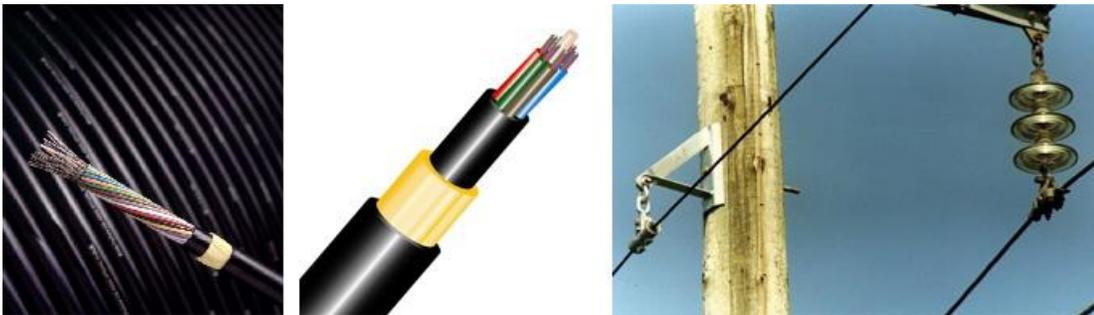


Fig. 1. 20 Cable aéreo ADSS. [12]

1.3.8.2.2 Cable Figura-8

Este cable contiene el cable mensajero unido al núcleo óptico mediante la cubierta externa. El mensajero actúa como elemento de refuerzo y soporta el peso del cable. Este

Capítulo I

tipo de cable se usa en instalaciones aéreas con vanos⁸ cortos siendo una solución muy económica.

En la siguiente figura se pueden ver el cable Figura-8 y el cable mensajero incluido en su cubierta, dándole en su vista transversal la figura de un “ocho” y en la figura siguiente se visualiza el cable ADSS.



Fig. 1. 21 Cable aéreo Figura-8. [12]

1.3.8.2.3 Cable OPWG

En estos cables las fibras ópticas están completamente protegidas y rodeadas por cables a tierra, por lo que son utilizados por las compañías eléctricas para suministrar comunicaciones a lo largo de las rutas de las líneas de alta tensión. Pueden extenderse hasta 10 K y cumplen una doble funcionalidad, de cable de guarda y de comunicaciones. Individualmente las fibras ópticas son protegidas por una cubierta de plástico que protege los daños físicos, ambientales y por efecto de manipulación de la misma.

⁸ Vano en una conducción aérea a la distancia entre apoyo y apoyo



Fig. 1. 22 Estructura de un cable OPGW. [12]

1.3.8.2.4 Cable LASHED

Son cables dieléctricos, instalados longitudinalmente conectados a líneas de tierra.

Son totalmente dieléctricos, a fin de posibilitar que sean fijados al cable pararrayo o conductor a través de una fibra de rifle, tienen baja resistencia a la tracción, y debido a que no poseen un elemento de tracción propio para su transporte dependen de la resistencia del cable metálico.

Son de costo menor, estructura más simple y de desempeño menor comparados con los cables auto sustentados por lo que su vida útil es reducida.



Fig. 1. 23 Estructura de un cable aéreo LASHED. [12]

1.4 Redes FTTx. [24], [25], [26]

Son redes que se basan en instalaciones de cable de fibra óptica, la x representa los distintos destinos hasta donde llega la fibra, la misma que puede ser:

- FTTN (Fiber to the node)
- FTTC (Fiber to the Curb)
- FTTB (Fiber to the Building)
- FTTH (Fiber to the Home)

Para seleccionar la tecnología de fibra óptica y la arquitectura a usar se deberá considerar varios factores como la disponibilidad y calidad de cobre en el área, densidad de usuarios, estado de los operadores, qué servicios y ancho de banda se quieren ofrecer, la inversión disponible y periodo de retorno aceptable, entorno regulatorio, etc.

Una red FTTx se puede dividir en tres partes: la sala de equipos o Central Office, la red de distribución óptica (ODN) y la conexión/equipos de los usuarios.

1.4.1 FTTH (Fiber to the home) [8], [10], [11], [28]

La fibra óptica llega hasta el hogar del usuario, al interior de la fachada de las casas. Como el cliente no comparte recursos con otros usuarios se puede ofrecer un gran ancho de banda. Se caracteriza por el uso de sistemas de distribución ópticos adaptados para la distribución de servicios avanzados como Triple Play (Telefonía, Internet de banda ancha y Televisión) a los hogares y negocios de los abonados.

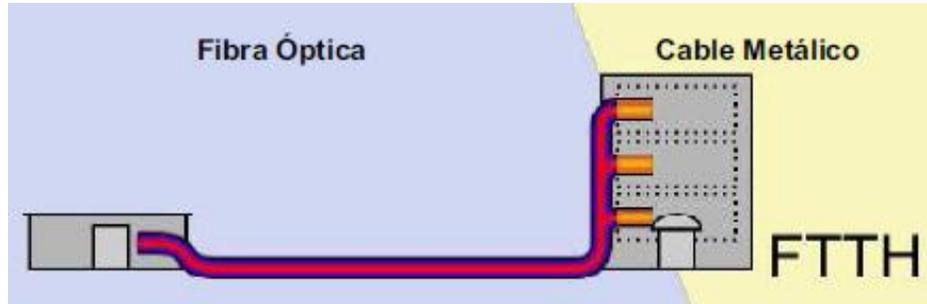


Fig. 1. 24 Arquitectura FTTH. [10]

El siguiente cuadro indica las variaciones de tecnologías en función de cómo la fibra llega al usuario:

Transport			FTTC								FTTH				
			ADSL				VDSL				PON				
			Basic	+	2	2+	Basic	2			BPON	GPON	EPON		
Bandwidth (Mb/s)	Max	Down ¹	3	8	15	20	13	26	52	30	100	155.52 622.08 1244.16	1244.16 2488.32	1000 nominal	
	Shared	1x16													~80
		1x32											~20 at 622 ~40 at 1244.16	~40 at 1244.16 ~80 at 24488.32	~40
Max. Reach (km)			3	3	6	1.5	1.5	1	0.3	1	0.3	20		10 20 ²	

Limit for SDTV ←

Limit for HDTV ←

No bandwidth limit but distance-limited

¹Upstream: 1) 1.6 - 2.3 Mb/s (3 types) 2) 19.2 Mb/s 3) Symmetric

²With FEC

Fig. 1. 25 Tecnologías de redes de fibra óptica. [15]

PON: Passive Optical Network

EPON: Ethernet-based PON

BPON: Broadband PON

GPON: Gigabit-Capable PON

FEC: Forward Error Correction Line

FTTH: Fiber-To-The-home

FTTC: Fiber-to-the-curb

VDSL: Very-High-Speed digital Subscriber Line

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber

1.4.2 Aplicaciones de FTTH.

Las aplicaciones de FTTH son la tendencia actual de demanda en telecomunicaciones que se vienen con fuerza como los la Televisión de alta definición (HD y Full HD) servicio que se ofrece actualmente por sistemas de cable y satélite pero que se ven limitados en el número de canales que pueden ofrecer.

Otra innovación que necesita gran capacidad, mayores tasas de upload⁹ además de simetría son los espacios de almacenamiento virtuales, mejor conocidos como “almacenamiento en la nube” para poder almacenar y acceder a los archivos a una velocidad relativamente rápida.

1.4.3 Ventajas y desventajas de FTTH

Una gran ventaja de la fibra óptica es el espacio disponible y escalable para crecer en ancho de banda y la libertad para permitir crosstalk en la red.

La naturaleza pasiva de una red FTTH con arquitectura PON y el hecho de que la electrónica se encuentra únicamente en los extremos de la red, significa que el mantenimiento y reparación de estos sistemas se pueden realizar mucho más fácilmente y a menores costos, además de disminuir los daños en los equipos. En un sistema FTTH, no se necesitará cambiar absolutamente nada en la planta externa, si es que se diera el caso de que con el sistema que se tenga no se abastezca a las tasas de bits cada vez mayores a los altos niveles de protocolos y servicios que se están introduciendo, la fibra óptica es el medio ideal para asegurarse que un cambio eventual en alguna parte del sistema construido, ocurra únicamente en la Oficina Central y en las instalaciones de la planta interna.

⁹ El upload de una conexión a una red (como Internet) hace referencia a la velocidad total (generalmente medida en mbps o megas) con que puede transferirse información desde la computadora hacia fuera.

1.5 Redes HFC [19], [24]

Una red HFC (Híbrida fibra óptica-coaxial) es una red de telecomunicaciones por cable que combina tanto enlaces de fibra óptica y de cable coaxial como soportes de la transmisión de las señales. Se compone básicamente de cuatro partes claramente diferenciadas: la cabecera, la red troncal, la red de distribución, y la red de acometida de los abonados como se pueda apreciar en la siguiente figura.

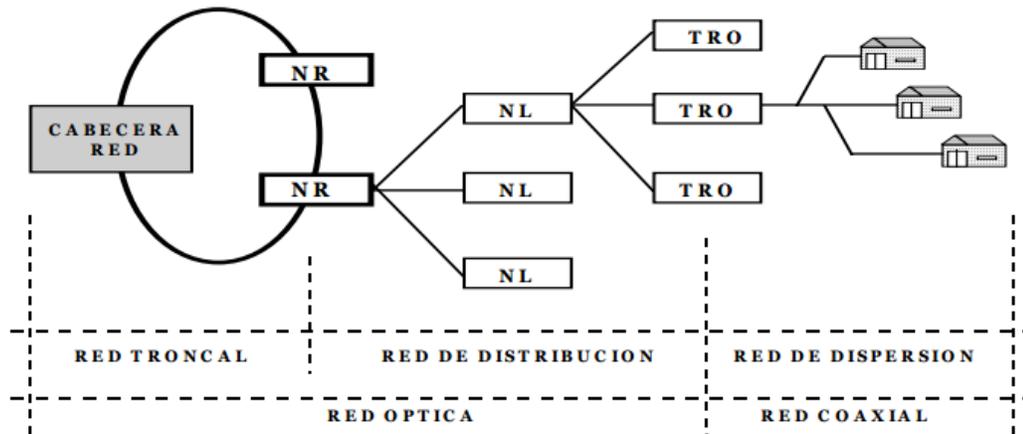


Fig. 1. 26 Arquitectura referencial de una red HFC [6]

1.5.1 Cabecera

Es el centro de recepción y control, aquí se originan las señales a transmitir. La cabecera cuenta con antenas parabólicas para recibir señales satelitales, antenas de alta ganancia para televisión abierta, entre otros elementos.

La cabecera de una red de cable es la principal fuente de control y representa la raíz de la topología de árbol. A partir de ésta, la señal se entrega al suscriptor mediante la red troncal del sistema de cable, que forma las ramas principales de la topología de árbol.

Capítulo I

Una cabecera puede dar servicio a una o a varias localidades conectadas por el sistema de red troncal; generalmente las extensiones a poblaciones cercanas utilizan el mismo Centro de Recepción y Control.

1.5.2 Red Troncal

Es la encargada de repartir la señal generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. El primer paso en la evolución de las redes clásicas todo coaxial de CATV hacia las redes de telecomunicaciones por cable HFC consistió en sustituir las largas cascadas de amplificadores y cable coaxial de la red troncal por enlaces punto a punto de fibra óptica. Posteriormente, la penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento, y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí. En estos nodos ópticos es donde las señales descendentes (de la cabecera al usuario) pasan de óptico a eléctrico para continuar su camino hacia el hogar del abonado a través de la red de distribución de coaxial. En los sistemas bidireccionales, los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno o ascendentes (del abonado a la cabecera) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la cabecera.

1.5.3 Red de Distribución

Se conecta a la red troncal mediante amplificadores puente y pasa por enfrente de las casas, generalmente a un lado de los cables de luz. Su propósito es llevar las señales hasta las instalaciones del suscriptor.

Del amplificador puente, la red de distribución entrega la señal a cada una de las acometidas.

1.5.4 Red de Dispersión

Capítulo I

Es un cable coaxial flexible utilizado para llevar la señal desde el cable de distribución hasta la casa del usuario. Las acometidas requieren de una conexión al sistema de tierra de la construcción y de un cable flexible entre la entrada y el receptor, si hay múltiples receptores en una instalación se utiliza un divisor de señales.

1.6 Redes PON [19], [20], [21], [22]

Conocidas también como Redes Ópticas Pasivas (Passive Optical Network), son configuraciones de red que por sus características proveen una gran variedad de servicios de banda ancha a los usuarios mediante accesos de fibra óptica bidireccional y compartida que utiliza acopladores ópticos para ramificarse formando una red de acceso con topología punto-multipunto hasta el usuario final.

Este tipo de red está compuesta de un Terminador de red Óptico (OLT, Optical Line Termination) en la central local del proveedor de servicios y una serie de Unidades de Red Ópticas (ONU, Optical Network Units) próximo a los usuarios de acceso, soportando niveles de splitting de hasta 64 clientes.

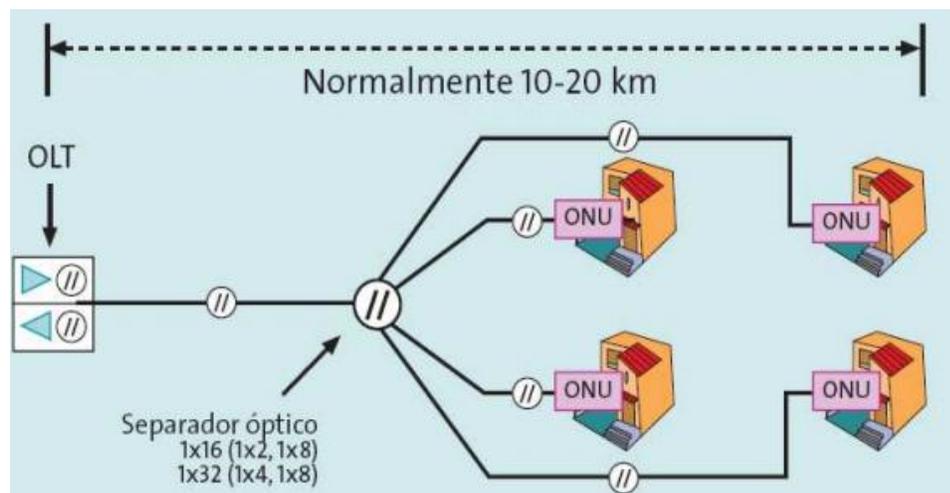


Fig. 1. 27 Arquitectura básica de una red PON [20]

Capítulo I

Las redes PON toman su modelo a partir de las redes CATV, recicladas para ofrecer servicios de banda ancha mediante la habilitación del canal de retorno.

Una red CATV está compuesta por varios nodos ópticos, unidos con la cabecera a través de fibra óptica, de los cuales se derivan, mediante una arquitectura compartida de cable coaxial, los accesos a los abonados.

Habitualmente en CATV cada nodo óptico sirve a un determinado número de usuarios en función de su ancho de banda asignado, utilizando cable coaxial y splitters eléctricos. Las redes ópticas pasivas sustituyen en el tramo de coaxial y fibra óptica monomodo y los derivadores eléctricos por divisores ópticos, como se puede observar en la siguiente figura. De esta manera, con una mayor capacidad de fibra se puede ofrecer anchos de banda mejorados, en canal ascendente y descendente.

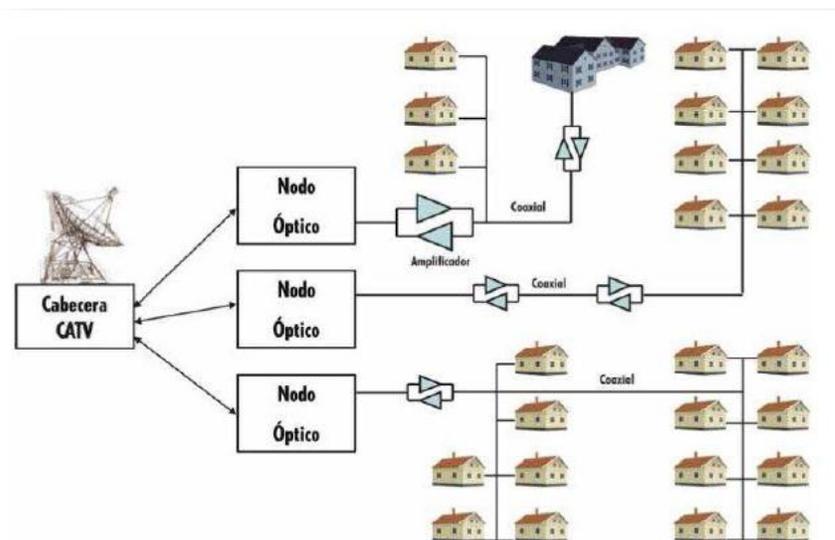


Fig. 1. 28 Arquitectura CATV [31]

Esta nueva arquitectura es una evolución de menor costo para alternativas tradicionales como las redes punto a punto o las redes conmutadas hasta un sector residencial puesto que reducen el equipamiento necesario para la conversión electro-óptica y prescinden de los equipos de red para la conmutación.

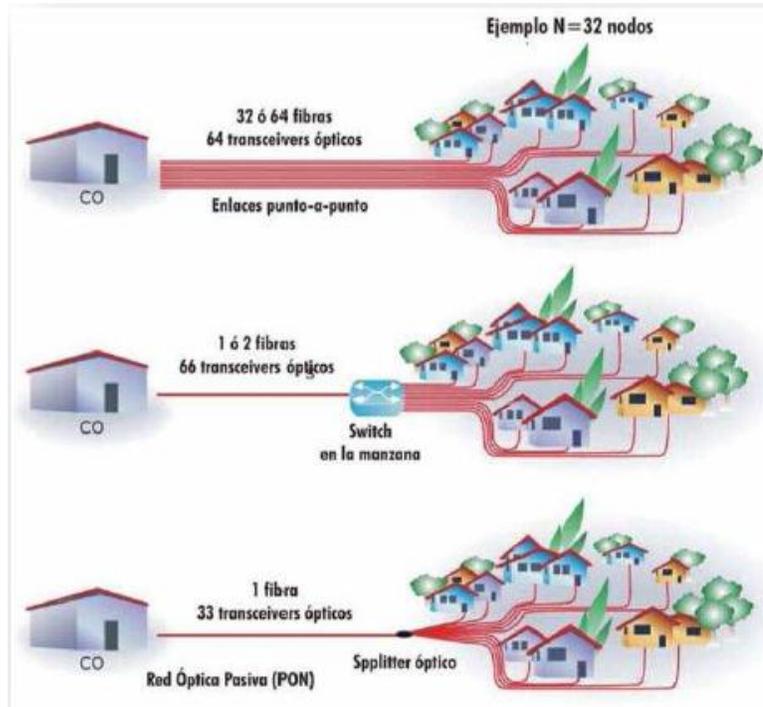


Fig. 1. 29 Comparación de arquitecturas frente a PON. [21]

1.6.1 Ventajas de la red PON

Las arquitecturas PON están llamando la atención de la industria de las telecomunicaciones como una manera de atacar a la problemática de la última milla, puesto que presentan evidentes ventajas:

Las PON tienen alcance a usuarios localizados a distancias de hasta 20 km desde la central (o nodo óptico). Esta distancia supera ampliamente la cobertura máxima de las tecnologías DSL que alcanzaban 5 km desde la central.

Las redes PON minimizan el despliegue de fibra en el bucle local al poder utilizar topologías árbol-rama mucho más eficientes que las punto a punto. Además este tipo de arquitecturas simplifica la densidad del equipamiento de la central, reduciendo el consumo.

Las redes ópticas pasivas ofrecen mayor ancho de banda por usuario debido a la mayor capacidad de la fibra para transportar información que las alternativas de cobre (xDSL y CATV).

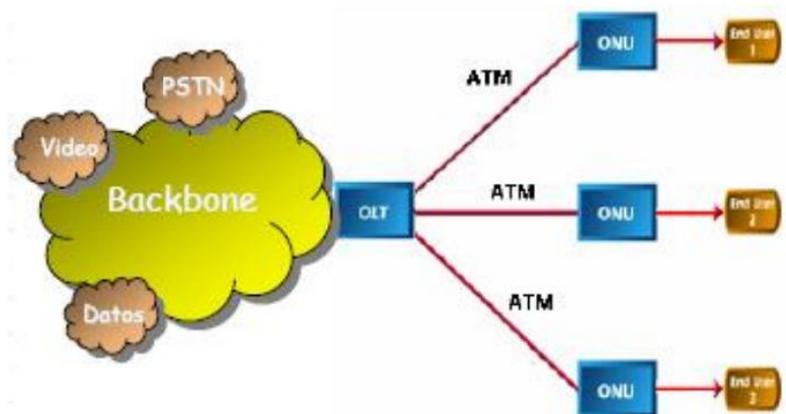
Como arquitectura punto-multipunto, las redes ópticas pasivas permiten superponer una señal óptica de Televisión procedente de una cabecera CATV en otra longitud de onda sin realizar modificaciones en los equipos portadores de datos.

Las redes PON elevan la calidad del servicio y facilitan el mantenimiento de la red, por ser inmunes a ruidos electromagnéticos y no propagar las descargas eléctricas procedentes de rayos u otros fenómenos atmosféricos que pueden afectar las redes.

1.6.2 Tipos de redes PON [20], [21], [22]

1.6.2.1 APON ((Asynchronous Transfer Mode) ATM-PON):

Fue la primera red definida por la FSAN¹⁰ en busca de unificar las especificaciones para el acceso de banda ancha a las viviendas.



¹⁰ FSAN.- (Full Service Access Network) Es un foro para los principales proveedores del mundo de servicios de telecomunicaciones, laboratorios de pruebas independientes y proveedores de equipos para trabajar hacia un objetivo común de las redes de acceso de fibra verdadera banda ancha.

Fig. 1. 30 Comparación de arquitecturas frente a PON. [3]

La transmisión de datos en el canal de bajada se da por una corriente de ráfagas de celdas ATM¹¹ de 53 bytes cada una con 3 bytes para la identificación del equipo generador (ONU o unidad óptica del usuario). Estas ráfagas van a una tasa de bits de 155.52 Mbps que se reparten entre el número de usuarios que estén conectados al nodo óptico, es decir al número de ONU's existentes. Para el canal de subida, la trama está compuesta por 54 celdas ATM en las cuales hay dos celdas especiales que contienen información de los destinos de cada celda y también datos para efectos de operación y mantenimiento de la red.

1.6.2.2 BPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha):

Pueden dar soporte a otros estándares de banda ancha. Originalmente estaban definidas con una tasa de 155 Mbps fijos tanto en canal ascendente como descendente; pero, más adelante, se modificó para admitir:

1. Tráfico asimétrico: canal descendente = 622Mbps, Canal ascendente = 155Mbps.
2. Tráfico simétrico: canal descendente y ascendente = 622Mbps.

No obstante presentaban un costo elevado y limitaciones técnicas.

1.6.2.3 EPON (Ethernet PON IEEE 802.3ah):

Basadas en el transporte de tráfico Ethernet manteniendo las características de la especificación 802.3 en vez del transporte por medio de celdas de ATM, que en muchos

¹¹ ATM.- Modo de Transferencia Asíncrona en el que la información no es transmitida y conmutada a través de canales permanentes, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutados individualmente mediante el uso de los denominados *canales virtuales* y *trayectos virtuales*.

Capítulo I

casos resulta ser muy ineficiente. Este sistema aplica los beneficios que trae usar la fibra óptica en el transporte vía Ethernet.

Las ventajas que presenta respecto los anteriores estándares son:

1. Trabaja directamente a velocidades de gigabyte (que se dividen entre el número de usuarios).
2. La interconexión de islas EPON es más simple.
3. La reducción de los costes debido a que no utilizan elementos ATM y SDH.

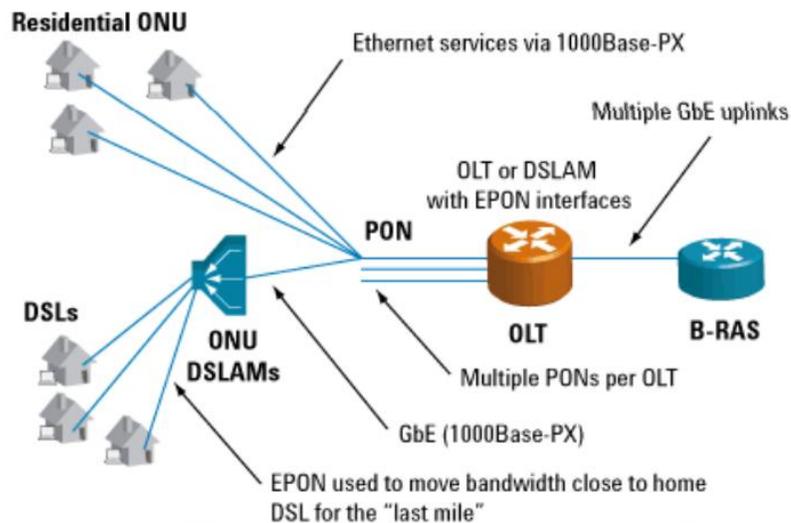


Fig. 1. 31 Arquitectura Básica de una red EPON [20]

1.6.2.4 GPON (Gigabit-capable PON) ITU-T G.984:

Está basada en BPON en cuanto a arquitectura pero, además ofrece:

1. Soporte global multiservicio: voz, Ethernet 10/100, ATM
 - Cobertura hasta 20 km
 - Seguridad a nivel de protocolo.
 - Soporte de tasas de transferencia:

Capítulo I

- Simétrico: 622Mbps y 1.25Gbps.
- Asimétrico: descendente = 2.5Gbps, ascendente = 1.25Gbps

	IEEE EPON	ITU-T GPON	ITU-T BPON
Velocidad de línea descendente (Mbps)	1250	1244.16 o 2488.16	155.52 or 622.08 or 1244.16
Velocidad de línea canal ascendente (Mbps)	1250	155.52 o 622.08 o 1244.16 o 2488.32	155.52 o 622.08
Codificación de línea	8b/10b	NRZ (+ aleatorización)	NRZ (+ aleatorización)
Direccionamiento por nodo (mín)	16	64	32
Direccionamiento por nodo (max)	256	128	64
Alcance tramo de fibra	10 Km ó 20 Km	20 Km	20 Km
Protocolo nivel 2	Ethernet	Ethernet over ATM (GFP) y/o ATM	ATM
Soporte tráfico TDM (voz, centralitas)	TDMoIP	TDM nativo sobre ATM o TMDoIP	TDM over ATM
Flujos diferentes de tráficos por sistema PON	Depende de LLID /ONUs	4096	256
Capacidad ascendente para tráfico IP	< 900Mbps	1160 Mbps	500Mbps
Gestión y Mantenimiento OA&M	Ethernet OAM, SNMP	PL OAM + OMCI	PL OAM + OMCI
Seguridad en descendente	DES	AES	AES

Tabla 1. 3 Comparación entre las tecnologías PON [21]

1.6.3 Redes GPON [27], [30], [31], [35], [47]

Gigabit-Capable PON (GPON) es otra tecnología perteneciente a la arquitectura PON, la cual está aprobada por la ITU-T en 4 recomendaciones, la G.984.1, G.984.2, G.984.3 y G.984.4. El principal objetivo de GPON es ofrecer un ancho de banda mucho más alto que sus anteriores predecesoras como son APON y BPON, para lograr una mayor eficiencia para el transporte de servicios basados en IP. La convergencia de servicios de datos, voz y video sobre la misma estructura IP en GPON, esto mejora significativamente los ingresos de las operadoras ya que representa menor complejidad, mayor capacidad y flexibilidad para acomodar los servicios actuales y futuros con los que podrán acoger y mantener una mayor cantidad de usuarios.

Capítulo I

Las velocidades manejadas por esta tecnología son mucho más rápidas, ofreciendo hasta 2,488 Gbps y la posibilidad de tener arquitecturas asimétricas. Esto comparado con las velocidades de 155 y 622 Mbps de las anteriores tecnologías deja ver un gran avance en cuanto a eficiencia y escalabilidad.

Las velocidades más usadas por los administradores de equipos con arquitectura GPON son velocidades de 2.488Gbps para el canal de bajada y de 1.244 en el canal de subida. Proporcionando velocidades muy altas para los abonados ya que si se logran las configuraciones apropiadas estas velocidades pueden ser de hasta 100 Mbps a cada usuario. Tomando en cuenta que lo anterior depende también de factores importantes tales como el número de usuarios y de la calidad de los equipos que se usen, entre otras cosas.

Además de ofrecer mayores velocidades también da la posibilidad a los proveedores de servicios de continuar brindando sus servicios tradicionales sin necesidad de tener que cambiar los equipos para que sean compatibles con esta tecnología. Esto se da gracias a que GPON usa su propio método de encapsulamiento GEM (GPON Encapsulation Method), el cual permite el soporte de todo tipo de servicios. GPON también permite OAM avanzado, logrando así una gran gestión y mantenimiento desde las centrales hasta las acometidas.

La arquitectura básica de las Redes GPON consta de un OLT (Línea Terminal Óptica) cerca del operador y las ONT (Red Terminal Óptica) cerca de los abonados con FTTH.

1.6.3.1 Descripción del estándar GPON (Recomendación ITU-T G.984)

Estandarizada por ITU-T y denominada Gigabit-capable PON (GPON), fue aprobada en 2003-2004 y ha sido normalizada en las recomendaciones G.984.1, G984.2 y G.984.3.

GPON (Gigabit-Capable PON), es una recomendación basada en BPON por su arquitectura, pero ofrece amplias características adicionales como son:

Capítulo I

Soporte global multiservicio: voz, Ethernet 10/100, ATM, etc

- Cobertura hasta 20 km
- Seguridad a nivel de protocolo
- Soporte de tasas de transferencia:
 - Simétrico:* 622 Mbps y 1,244 Gbps
 - Asimétrico:*
 - Descendente a 2,488 Gbps
 - Ascendente a 1,244 Gbps

En esta recomendación se basa el presente diseño.

- En la Recomendación G.984.1 se describen las características generales de un sistema PON: su arquitectura, velocidades binarias, alcance, retardo de transferencia de la señal, protección, velocidades independientes de protección y seguridad.
- En la Recomendación G.984.2 se describe una red flexible de acceso en fibra óptica capaz de soportar los requisitos de banda ancha de los servicios a empresas y usuarios residenciales.
- Las técnicas GPON permiten mantener la red de distribución óptica, el plano de longitud de onda y los principios de diseño de la red de servicio integral consignados en las Recomendaciones G.983. Asimismo, aparte de acrecentar la capacidad de la red, las nuevas normas permiten un manejo más eficiente de IP y de Ethernet.

1.6.3.2 Elementos de una red GPON

La transmisión se realiza entre la OLT y la ONT. GPON trabaja compartiendo la capacidad entre las ONTs de los usuarios, para lo que necesita utilizar dos longitudes de onda, una para el canal ascendente y otra para el descendente. En la siguiente figura se muestra la arquitectura de una red GPON y sus elementos.

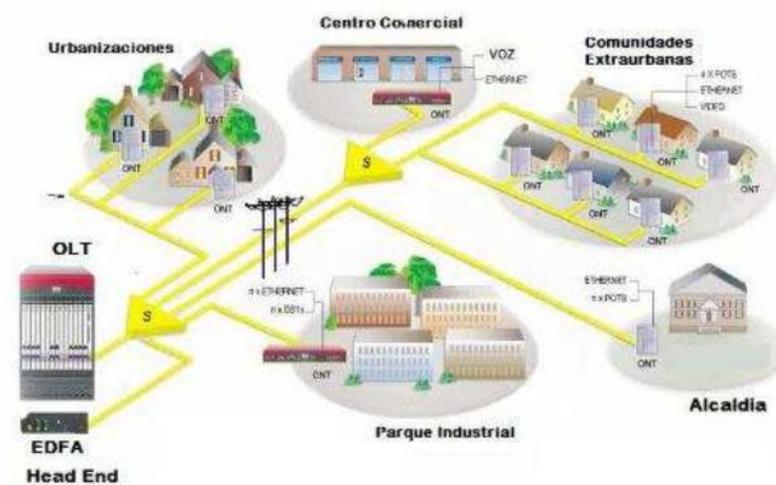


Fig. 1. 32 Ejemplo de una estructura de una red GPON [31]

Los elementos principales que componen una red FTTH son los siguientes:

- Un módulo OLT (Optical Line Terminal), que se encuentra en el nodo central.
- Tantas ONTs (Optical Network Terminal) como viviendas o usuarios.
- Uno o varios divisores ópticos (splitters) que sirven para ramificar la red de fibra óptica.

1.6.3.2.1 OLT (Optical Line Terminal)

El OLT es el elemento activo situado en la central del proveedor. De él parte el cable principal de fibra hacia los usuarios y es él mismo el que se encarga de gestionar el tráfico hacia los usuarios o proveniente de ellos, es decir, realiza funciones de router para poder ofrecer todos los servicios demandados por los usuarios. Cada OLT suele tener la suficiente capacidad para proporcionar un servicio a cientos de usuarios. Además, actúa de puente con el resto de redes externas, permitiendo el tráfico de datos con el exterior [27] [30].

Algunos de los objetivos de los OLT son [47]:

Capítulo I

1. Realizar las funciones de control en la red de distribución: control de las potencias emitidas y recibidas, corrección de errores e interleaving¹².
2. Coordinar la multiplexación de los canales de subida y de bajada.

Cada OLT, adquiere datos de tres fuentes diferentes de información, actuando como concentrador de todas ellas. Así pues, el OLT de cabecera tiene conexión con las siguientes redes [31] [35]:

PSTN (public switched telephone network) o RTB (red telefónica básica), para los servicios de voz; el OLT se conecta a través de un router de voz o un gateway de voz mediante interfaz correspondiente MGCP (media Gateway controller protocol) o protocolo de controlador gateway de medios de comunicación. Internet, para los servicios de datos o VoIP; el OLT se conecta a través de un router o gateway IP/ATM de voz, mediante encapsulamiento IP sobre ATM. Video broadcast o VoD (video on demand), para los servicios de video difusión; el OLT se conecta directamente, o bien indirectamente a través de un router o gateway ATM. Sin embargo, el OLT no es un hardware único, sino que se subdivide en tres módulos o equipos diferentes, cada uno de ellos encargados de gestionar un tráfico determinado. Así pues, existen tres subtipos de OLT [31] [47]:

1) P-OLT, OLT (Provider OLT). Es el encargado de recoger infinidad de tramas de voz y datos agregadas que se dirigen hacia la red PON, procedentes de las redes RTB e Internet, y las transforma en señales inyectables en las diferentes ramas de los usuarios por difusión a través del protocolo TDM (Time División Multiplexing) o multiplexación por división en el tiempo.

2) V-OLT, (video OLT). Se encarga únicamente de transportar las tramas de video y video bajo demanda VoD procedentes de la red de video difusión, hasta los ONT de los

¹² Interleaving.- También llamado Entrelazado, consiste en dividir el sistema de memoria en bancos con la idea de reducir la probabilidad de que un acceso requiera esperar el tiempo de recuperación

Capítulo I

usuarios. Para ello, transforma las tramas de video en señales inyectables en las ramas de todos los usuarios (difusión), que viajan en una longitud de onda dedicada: 1550 nm.

3) M-OLT,(Multiplexer OLT). Es un equipo multiplexor WDM que permite la multiplexación y demultiplexación entre las señales procedentes del P-OLT y V-OLT.

En la siguiente figura, se muestra la estructura explicada

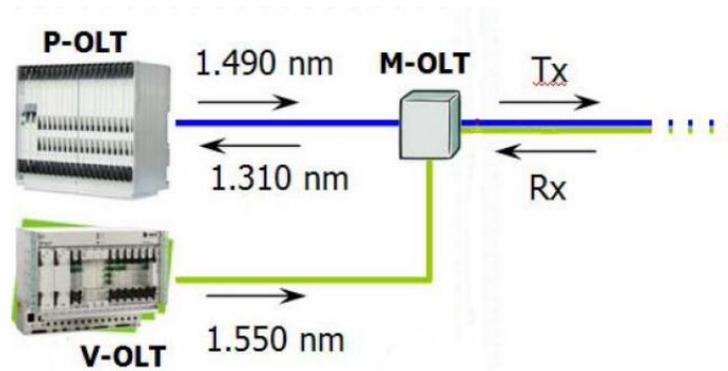


Fig. 1. 33 Estructura de un OLT. [25]

Ya que se utilizan distintas longitudes de onda para contenidos del canal ascendente y descendente se consigue evitar interferencias. Para ello se emplean técnicas WDM (Multiplexación por división de longitud de onda) basadas en el uso de filtros ópticos [30].

También hay que destacar que los OLT no emiten a la misma potencia a todos los ONT, sino que lo hacen dependiendo de la distancia a la que se encuentren de la central. Esto es posible gracias a los dimensionadores de distancia que poseen los OLT, que son capaces de calcular la distancia existente entre el usuario final y la central. Gracias a este mecanismo se consigue que a cada abonado le llegue la potencia necesaria, de la manera que las ráfagas de luz tendrán una menor potencia cuando se dirijan hacia los abonados cercanos a la centralita, mientras que para los abonados que se encuentren más lejos se les asignará una potencia mayor [27] [30].

1.6.3.2.2 ONT (Optical Network Terminal)

Los ONT son los elementos encargados de recibir y filtrar la información destinada a un usuario determinado procedente de un OLT. Además, de recibir la información y dársela al usuario en un formato adecuado, cumple la función inversa. Es decir, encapsula la información procedente de un usuario y la envía en dirección al OLT de cabecera, para que éste la re direcciona a la red correspondiente. Normalmente se encuentran instalados en los hogares junto a la roseta óptica correspondiente [30].

Existen dos tipos de ONT según la función que desempeñen:

H-OLT: también denominado ONT del hogar (Home ONT), instalado directamente dentro de la vivienda para otorgar servicios a un usuario en particular. Instalado en redes FTTH.

B-ONT: ONT de edificio (Building ONT), preparado para ser instalado en los R.I.T.I. o cuartos de comunicaciones de los edificios privados o empresas, y que se encuentran capacitados para dar servicio a varios usuarios conectados a él a través de un repartidor. Este tipo de ONT se instala en redes FTTB.

El filtrado de la información recibida en el ONT, se lleva a cabo a nivel de protocolo Ethernet, a través de las denominadas tramas PEM (PON encapsulation method).

Una vez realizado el filtrado y obtenida la información que interesa, el ONT debe diferenciar las señales de video (que proceden del V-OLT) y las tramas de voz y datos (procedentes del P-OLT). Para realizar este segundo filtrado, el módulo electroóptico posee dos fotodiodos: uno analógico APD (analogic photodiode) y otro digital DPD (digital photo-diode).

A parte del filtrado de la información recibida, el ONT es capaz de enviar información al OLT de cabecera en una longitud de onda dedicada de 1310 nm.

Capítulo I

Para ello dispone de un LED encargado de enviar señales luminosas. Para evitar la colisión entre las tramas enviadas por los ONTs se recurre a la multiplexación por división en el tiempo (TDM), la cual es gestionada por el OLT, encargado de asignar intervalos de tiempo a cada ONT [30] [47].

1.6.3.2.3 Splitter o divisor óptico

Se trata de un elemento pasivo situado a lo largo del tramo que se extiende entre el OLT y sus respectivos ONT a los cuales presta servicio. Sus funciones básicas son las de multiplexar y demultiplexar las señales recibidas. Por otra parte, son dispositivos de distribución óptica bidireccional, es decir, también son capaces de combinar potencia. Por tanto es capaz de realizar las siguientes funciones [27] [30] [31]:

La señal que accede por el puerto de entrada (enlace descendente), procede del OLT y se divide entre los múltiples puertos de entrada. Las señales que acceden por las salidas (enlace ascendente), proceden de los ONT (u otros divisores) y se combinan en la entrada.

Se puede considerar como el elemento más importante de la red, ya que ofrece la posibilidad de tanto de juntar como de dividir las señales, abaratando de una manera muy considerable el coste de tanto de despliegue como de mantenimiento de la red. Al mismo tiempo, por el hecho de ser un elemento totalmente pasivo no requiere energía externa [27].

Posee tan sólo un inconveniente, y es que introduce pérdidas de potencia óptica sobre las señales de comunicación, que son inherentes a su propia naturaleza. Estas pérdidas se pueden calcular de una manera muy sencilla, ya que existe una relación matemática entre estas y el número de salidas del divisor [27]:

$$\text{Atenuación divisor} = 10 \log (1/N)$$

Ecuación 1.1 Cálculo de pérdidas. [16]

Donde:

N Es el número de salidas del divisor.

1.6.3.3 Tecnologías y Protocolos Utilizados por las Redes GPON.

En la transmisión de la información se cuenta con la aprobación del uso de la tecnología TDM (Time Division Multiplexing) para el envío descendente de la información con períodos de transmisión fijos y TDMA (Time Division Multiple Access) en sentido ascendente, que posibilita la ausencia de colisiones como se anotó con anterioridad.

Debido a la topología en árbol de la red GPON, se utiliza broadcasting¹³ para enviar la señal a todos los miembros de la red, que cuentan con la capacidad de discriminar los datos hacia el correspondiente ONT, utilizando técnicas de seguridad como el Estándar de Encriptación Avanzada AES (Advanced Encryption Standard), brindando mayor confiabilidad.

Además, utiliza de forma eficiente el ancho de banda al disponer de éste en los instantes en el cual hay tráfico y ampliando la capacidad de los usuarios en forma individual gracias a la técnica conocida como Asignación Dinámica del Ancho de Banda DBA (Dynamic Bandwidth Allocation).

En el transporte de datos, se ha optado por la aplicación de protocolos usados en estándares previos a GPON como lo es ATM (Asynchronous Transfer Mode) Modo de Transferencia Asíncrona y GEM (GPON Encapsulation Method), Método de Encapsulación GPON que resulta de una adaptación del estándar GFP (Generic Frame Procedure) definido en la recomendación ITU-T G.7041.

¹³ Broadcasting.- Se refiere al servicio de emisión de señales de radio y televisión para uso público generalizado o muy amplio. También llamado radiodifusión.

1.6.3.3.1 DBA Dynamic Bandwidth Allocation

La Asignación Dinámica de Ancho de Banda (DBA), es una técnica por la cual el ancho de banda de un medio de comunicación compartido puede ser asignado de forma adecuada y dependiendo de la necesidad entre diferentes usuarios. Es una forma de manejo de ancho de banda y es básicamente igual a la multiplexación estática, donde la compartición de un enlace se adapta de alguna forma para la demanda del tráfico instantáneo de los nodos conectados a dicho enlace.

Su funcionalidad rescata algunas de las opciones de redes compartidas cuando varios usuarios pertenecientes a una red no se hallen conectados, aquellos que si lo están se benefician con una mayor capacidad para la transmisión de datos, dando cabida a esa información en los intervalos no utilizados del ancho de banda.

1.6.3.3.2 ATM Asynchronous Transfer Mode

ATM es una tecnología de transmisión de datos digital, implementado como un protocolo de red por conmutación de paquetes de tamaño fijo, con la ventaja sobre IP o Ethernet en el aprovechamiento de las cualidades de la conmutación de circuitos y de paquetes para la transmisión en tiempo real de la información, en un modelo de conexión orientada con el establecimiento de un circuito virtual entre los puntos de enlace previo al intercambio de datos.

Se considera a este protocolo, como base de funcionamiento en tecnologías como SONET y SDH en la estructura central (backbone) de la red pública conmutada de telefonía PSTN (Public Switched Telephone Network).

1.6.3.3.3 GEM (GPON Encapsulation Method)

Capítulo I

Se trata de la innovación en el protocolo de encriptación definido por la ITU-TG.984.3, el mismo que resulta una evolución del protocolo de entramado genérico GFP (Generic Framing Procedure).

El método de encapsulación que emplea GPON permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM, etc.). Además al ser una adaptación de GFP, con modificaciones menores para optimizarla para las tecnologías PON, éste ofrece mayor ancho de banda, eficiencia y la posibilidad de permitir a las redes continuar ofreciendo sus servicios tradicionales sin tener que cambiar los equipos instalados en las dependencias de sus clientes.

CAPÍTULO 2

Estudio de la demanda para la Ciudad de Azogues

2.1 Características Socioeconómicas de la Ciudad de Azogues. [1], [37], [45]

Azogues o San Francisco de Peleusí de Azogues, es la capital de la provincia de Cañar en Ecuador. Su nombre hace honor al mineral existente en este sector: el mercurio o Azogue. El principal río que atraviesa la ciudad desde el norte es el Burgay que en el límite sur del cantón se une con el río Cuenca para formar el Paute.

Se encuentra en promedio a 2518 msnm y su temperatura promedio oscila entre 12 y 15° C y sus coordenadas son 2°40'00" de latitud sur y 78°59'42" de longitud oeste.

2.1.1 Aspectos demográficos e indicadores sociales [44], [46]

En Azogues se encuentra el 31,11% de la población total de Cañar, lo que viene a representar un total de 70.064 habitantes, de los cuales 33.848 habitantes se encuentran en el sector urbano y 36.216 en el rural, siendo el 37,976% hombres y el 32,088% mujeres.

La tasa promedio de crecimiento anual de la población es del 2,55%, con tendencia descendente.

Considerando la extensión territorial, se ha calculado que la densidad poblacional bruta¹⁴ es de 29,67 habitantes por hectárea [hab/ha]. El pico más alto está en la Zona Central con 84,05 hab/ha de densidad bruta¹¹ y 140,10 hab/ha de densidad neta¹⁵.

¹⁴ Densidad poblacional bruta.- Es la relación entre la población de un área o zona y la superficie total de la misma.

Capítulo II

En realidad, la mayor parte de la población urbana se concentra en la zona Central con un equivalente al 34,43% del total. Esta zona mantiene una dualidad de usos entre comercio y residencia, manteniendo la diversidad de usos. Respecto al uso del suelo, la concentración se mantiene en la zona Central con un 38% del uso residencial y un 77% de las actividades de comercio.

En referencia al área ocupada y coeficientes de ocupación, los porcentajes de ocupación son relativamente bajos, 123,40 hectáreas ocupadas, corresponden al 17,31% del área neta, a donde se asumen sólo las áreas construidas. Tenemos un 34,16% del área ocupada con vía, destacando el 84,10% de la zona Central está ocupada. A excepción de la zona Central, que tiene 85,56% de predios edificados (2400), quedando solamente 405 por edificarse, el resto de zona es de baja ocupación.

El nivel de pobreza por necesidades básicas insatisfechas en la ciudad de Azogues es del 56,5% y la extrema pobreza afecta al 25,2% de la población (Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social 2007).

El nivel de analfabetismo en Azogues a nivel general es del 8,2% mientras que el 75,9% de la población ha completado la instrucción primaria, el 29,2% la instrucción secundaria y el 22,6% la instrucción superior (Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social 2007). De acuerdo a la distribución de los establecimientos educativos se anota que en su gran mayoría se hallan ubicados en la zona Central de la ciudad en un 75%, esto debido a la gran demanda de los habitantes por la presencia de carreras técnicas. Además, la ciudad cuenta con la Extensión de la Universidad Técnica de Loja, Extensiones de la Universidad Católica de Cuenca y Universidad del Azuay, y hoy la nueva Universidad en Ciencias Ambientales José Peralta.

¹⁵ Densidad poblacional neta.- Es la relación entre la población de un área o zona y la superficie de las parcelas destinadas a sus espacios edificados, libre de espacios circulatorios y verdes o libres públicos.

Capítulo II

La cobertura de agua potable es de 77,46% de predios que tienen acceso directo al servicio, de los cuales 42,01% ya tienen el servicio en su predio. De estos, el pico más alto corresponde a la zona Central, con un servicio instalado en el predio de 78,06%. Se cuenta con dos fuentes de agua: Nudpud con un caudal de 20 lt/s y Lauca y con 60 lt/s. Además, existen cuatro plantas de tratamiento Uchupucún, Bayas, Mahuarca y Zhindilí.

Respecto al sistema de alcantarillado es de tipo combinado, es decir, tanto las aguas negras como las aguas lluvias comparten las redes; posteriormente son trasladadas a su disposición final, son vertidas directamente en los afluentes naturales que son los ríos Burgay y Tabacay, a más de las diferentes quebradas en la ciudad. En la actualidad se cuenta con 75 Km aproximadamente de red. La cobertura a nivel general es de 74,0% (Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social 2007), la demanda de alcantarillado es mayor y la capacidad en épocas de lluvia se ve saturada.

El servicio de energía eléctrica está cubierto en un 45,03% en el predio, existiendo un déficit de 11,41% en la ciudad. Un dato importante es que el 2,13% de predios no cuentan con medidor, pero gozan del servicio.

En el ámbito de los servicios de salud existe un déficit de establecimientos, aproximadamente en la ciudad el 22% de la población urbana no tiene acceso a este servicio. En términos generales, a más del Hospital Homero Castanier Crespo, que es el único con internación, están en funcionamiento: 1 centro de salud, 10 subcentros, 5 puestos de salud y 15 dispensarios médicos. (Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social 2007).

La biblioteca Municipal, el Museo de la Casa de la Cultura, el centro de Cultura Municipal, dos Salones de concentración (Teatros) de la Municipalidad y Casa de la Cultura, representan los espacios que mayor atención han puesto en el desarrollo cultural de la ciudad, todos estos equipamientos están localizados en la zona Central. Según criterios de la municipalidad de la Ciudad, los equipamientos son satisfactorios.

Capítulo II

Los equipamientos públicos se concentran en la zona Central. Instalaciones como la Gobernación del Cañar, el Palacio Municipal, el Consejo Provincial, la Corte Superior de Justicia, Oficinas del MIDUVI, INFA, Empresa Eléctrica, etc.

2.1.2 Aspectos económicos [1], [46]

Azogues es una ciudad con una actividad económica importante basada en el comercio, pequeña industria, turismo y las remesas enviadas por los emigrantes. La población económicamente activa (PEA) es de 12214 habitantes. La tasa bruta de participación laboral representa en porcentaje 35,9% mientras que la tasa global de participación laboral el 48,2% (Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social 2007).

De acuerdo a datos aportados por el Municipio, existen 430 locales comerciales y de prestación de servicios, de los cuales, la producción manufacturera es la de mejor aceptación, según la municipalidad son 155 locales dedicados a esta actividad. El comercio está concentrado en la zona Central de la ciudad.

El sistema de ferias y el comercio informal también es uno de los puntales económicos de la ciudad, las ferias que se desarrollan miércoles y sábados, tienen gran aceptación en la ciudadanía y provocan una gran cantidad de desplazamientos a estos sitios. La ciudad cuenta con los siguientes equipamientos: Mercado sur, Mercado San Francisco, Recinto Ferial, Mercado Sucre, Mercado de ropa y Centro Comercial Bartolomé Serrano. A fin de ofrecer una gran gama de productos estos provienen de las parroquias del cantón y de las provincias de Azuay, Loja, El Oro, Guayas, Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua; así como de algunos de los cantones de la provincia.

La única gran industria de la zona es la empresa “Industrias Guapán”, en el sector norte de la ciudad, que produce aproximadamente 450000 toneladas al año de cemento (www.industriasguapan.com.ec). También debe destacarse la central termoeléctrica El

Capítulo II

Descanso, ubicada en el extremo sur del cantón, en el límite con Cuenca. En el área urbana del cantón se asienta pequeños negocios dedicados al cambio de aceites y lavado de autos, así como lavadoras de ropa y algunas metalmecánicas.

La industria minera se realiza en pequeña escala y dedica sus actividades a la explotación de canteras de áridos y materiales de construcción como caolín, caliza, arcilla, traventino, bentonita y materiales pétreos, aunque la mayoría del consumo se abastece desde los cantones vecinos.

Se hace necesario resaltar el potencial turístico existente en la ciudad, dada su riqueza histórica y cultural desde épocas pre-incaicas, su ubicación estratégica le permite mostrar una gran variedad de atractivos turísticos entre naturales y culturales, los mismos que en la actualidad no cuentan con la infraestructura básica en la mayoría de los casos, y carecen de servicios para el desarrollo de esta actividad. Como atractivos turísticos se tiene: Ciudad Patrimonial, Santuario Franciscano, Iglesia Señor de las Flores, Cerro Abuga, entre otros.

2.1.3 Aspectos Institucionales y políticos [1], [46]

El cantón Azogues, cuyos límites se extienden en aproximadamente 1200 km², está ubicado geográficamente hacia el norte de la cuenca del río Paute limita políticamente al norte con el cantón Alausí de la provincia del Chimborazo, al este con los cantones Paute y Sevilla de Oro de la provincia del Azuay; al sur con el cantón Cuenca de la provincia del Azuay; y al oeste, con los cantones Cañar, Déleg y Biblián de la misma provincia del Cañar.

Está conformado por cuatro parroquias urbanas: San Francisco, Borrero, Bayas y Azogues y ocho rurales: Luis Cordero, Guapán, Javier Loyola, Cojitambo, San Miguel, Tanday, Pindilig, Rivera.

Capítulo II

Son en total 1617,77 hectáreas que conforma el área urbana de la ciudad de Azogues donde se concentran los principales servicios municipales y su crecimiento es regido por la actual normativa urbana Plan Estratégico Cantonal.

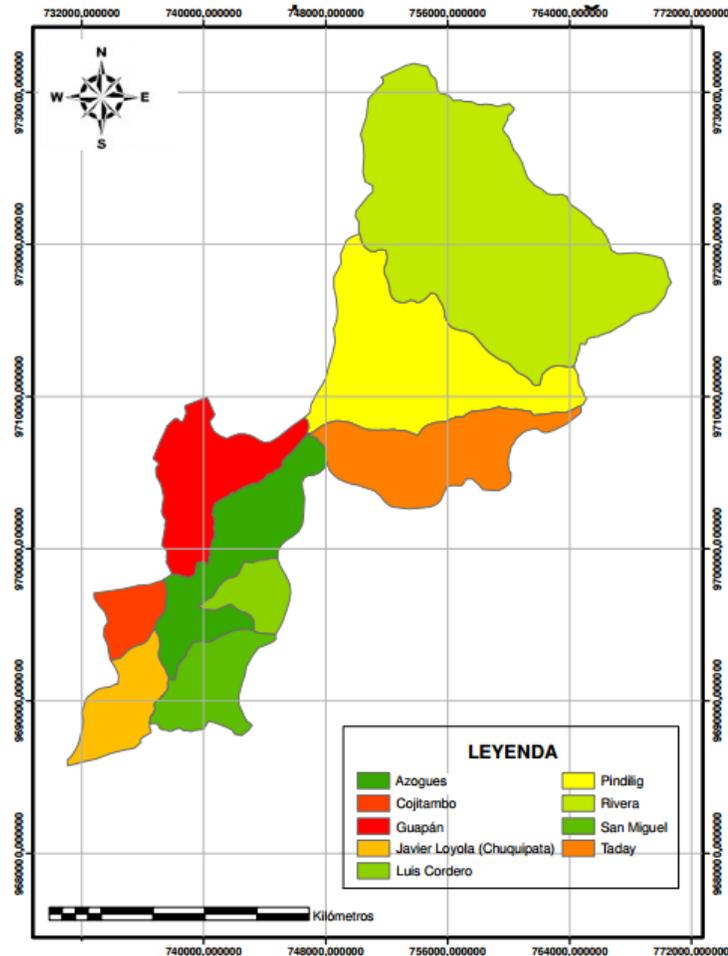


Fig. 2. 1 División parroquial del cantón Azogues. Se muestra el área urbana como un conjunto. [44]

El área urbana de la ciudad de Azogues ha sido sectorizada en siete zonas, de tal forma que facilita el trabajo de la Municipalidad priorizando las necesidades de cada una a fin de satisfacer las necesidades de los vecinos de la ciudad; Estas zonas son: Bayas, Charasol, Bellavista, La Playa, Chacapamba, Uchupucún y Central. Esta última corresponde a la ciudad histórica, donde se encuentra la mayoría del equipamiento urbano y es la más densamente poblada.

Capítulo II

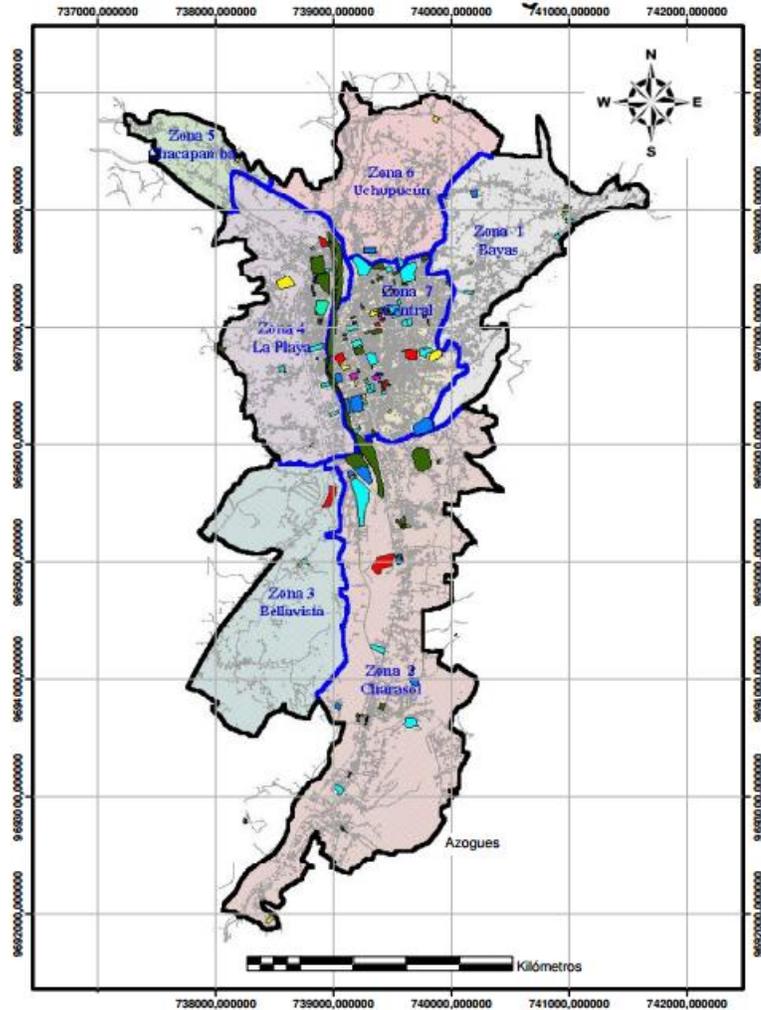


Fig. 2.2 Mapa de la zona urbana de la ciudad de Azogues de acuerdo a su distribución zonal. [44]

Para resumir, hemos recopilado algunos datos importantes respecto a la ciudad de Azogues en la siguiente tabla:

Azogues	
Población:	70.064 habitantes
Población urbana:	27.866 habitantes (Perímetro actual)
	46.19% hombres y 53.81% mujeres
Hogares	6528
Habitantes por hogar	4.20

Capítulo II

Tasa promedio de crecimiento anual de la población:	2.55%
Edad media de la población	29,8
% personas utilizaron celular	58,8
% personas utilizaron computadora	34,6
% personas utilizaron internet	27,7

Tabla 2. 1 Datos Cantonales del Censo 2010. [44], [47], [48]

2.2 Área de Estudio

Consideramos que el área de estudio de la demanda es el área urbana del centro de la ciudad de Azogues conformada por el área geográfica desde la calle Juan Bautista Cordero hasta la Av. Che Guevara y desde la Av. 16 de Abril hasta la Calle Coronel Francisco Carrasco como se muestra en la gráfica siguiente. De acuerdo con una estimación oficial efectuada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2010, la población del Cantón Azogues ascendió a 70.064 personas, tomando en cuenta que este dato está distribuido entre la población de la ciudad, periferia y parroquias rurales. En la Parroquia de Azogues se encuentran alrededor de 27.866 habitantes aproximadamente.



Fig. 2. 3 Delimitación del territorio de análisis. [44]

2.2.1 Grupos de análisis

El presente estudio de demanda ha sido subdividido en dos grupos de análisis de acuerdo con la naturaleza de los consumidores: residencial y corporativo.

A continuación se presentan las principales características sociales y económicas, correspondientes a los dos grupos de análisis, que han sido tomados en cuenta para estimar el tamaño poblacional y sus principales características:

Capítulo II

2.2.2 Segmento residencial

Según los datos del Municipio de Azogues, actualmente en el área urbana existen 6528 viviendas, la mayor parte en la zona central, teniendo un promedio de 4.2 personas por vivienda.

En el sector residencial se consideran todos los lotes que se encuentran dentro de la zona de cobertura planteada.

2.2.3 Segmento Corporativo

En el cantón Azogues existen 3.189 establecimientos económicos. Las principales actividades económicas son:

Actividades productivas: Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel, Fabricación de productos metálicos para uso estructural.

Actividades de comercio: Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco, Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco en puestos de venta y mercados.

Servicios: Actividades de restaurantes y servicios móviles de comida, Actividades jurídicas.

Para los fines del presente estudio, se consideran todos los clientes existentes y potenciales que se encuentran en la zona de cobertura. El segmento corporativo agrupa el grupo de empresas y/o instituciones, entidades públicas, clínicas, hospitales, escuelas, colegios, institutos, universidades, edificios de 3 pisos o más de departamentos u oficinas, centros comerciales, bancos, cooperativas de ahorro y crédito, cyber cafés, no contemplados en el segmento residencial, que podrían presentar una demanda importante.

Capítulo II

2.3 Empresas proveedoras de servicios de valor agregado de internet y televisión por suscripción

A continuación se realiza un cuadro comparativo de las empresas proveedoras de televisión pagada e internet con información obtenida para cada uno.

2.3.1 Servicio de Televisión por suscripción

De acuerdo a los datos obtenidos de la página del Conatel en la provincial del Cañar de las empresas que ofrecen audio y video por suscripción, 8 son empresas proveedoras de Televisión por Cable Físico y 1 es proveedora de televisión codificada terrestre.

Las empresas que ofrecen servicio de televisión pagada en la ciudad de Azogues son:

Area de Servicio	Categoría	Nombre Estación	Dirección	Teléfono	N° de Suscriptores	N° de Canales
Azogues	Televisión por cable	CABLETEL (Serpormul)	Emilio Abad 2-08 y Sucre	07240678/ 2244456	2604	51
		TELECABLE AZOGUES	Gral Vintimilla 1-10 y Oriente	420300	1572	55
		MULTICABLE	Luis Cordero y Gral. Vintimilla	240587/ 099179654 / 072243203	781	52
	Televisión Codificada	Cv+		072886884	3441	-

Capítulo II

a Terrestre			
Nivel			
Nacional		DIRECTV	288780 125
Televisión			
Territorio	Codificad		
Continenta	a Satelital	CNT-TV	44794 110
I			

Tabla 2. 2 Detalle de proveedores de Servicio de Televisión por suscripción en la ciudad de Azogues. [56]

2.3.2 Servicio de acceso a internet

Las empresas que ofrecen servicio de acceso a internet en la ciudad de Azogues son:

No	NOMBRE DEL PERMISIONARIO	AREA DE COBERTURA		Costo
1	CLARO	NACIONAL	1.7 Mbps	\$19.90 + 50.00 por instalación
			2.2 Mbps	\$24.90 + 50.00 por instalación
			3 Mbps	\$29.90 + 50.00 por instalación
			5 Mbps	\$49.90 + 50.00 por instalación
2	CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP	NACIONAL	2 Mbps	\$20.16 + \$50.00 por instalación
			3 Mbps	\$27.89 + \$50.00 por instalación
			4 Mbps	\$40.32 + \$50.00 por instalación
			6 Mbps	\$55.89 + \$50.00 por instalación
			10 Mbps	\$67.20 + \$50.00 por instalación
3	EMPRESA ELECTRICA	CAÑAR	-	-

Capítulo II

AZOGUES C.A.			
4	TELCONET	256 Kbps	\$300 mensual +\$300 por instalación
		512 Kbps	\$300 mensual +\$300 por instalación
5	SEAUTE	256 kbps	25.00 + \$ 84 por inscripción
		512 kbps	90.00 + \$ 84 por inscripción
		2 Mbps	\$150.00 + \$ 84 por inscripción
6	TELEFÓNICA	256 kbps	\$19.00
		512 kbps	\$29.00
		2 Mbps	\$78.00

Tabla 2. 3 Detalle de proveedores de Servicio de valor agregado de internet por suscripción en la ciudad de Azogues [56], [45], [49]

2.4 Dimensionamiento de demanda para la red

Para el dimensionamiento de la demanda, se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

El cantón Azogues está comprendido por varios sectores entre urbanos y rurales, sin embargo para el diseño se toma en cuenta principalmente el sector urbano.

Para obtener el número inicial aproximado de los usuarios se realizó un conteo de las propiedades que comprenden el área de estudio dentro de la zona urbana de acuerdo a una clasificación preestablecida.

El espacio total se encuentra constituido por alrededor de 140 manzanas las que contienen dos tipos de edificaciones:

- Viviendas tipo familiar de menos de 3 pisos

Capítulo II

- Edificios de más de 3 pisos con al menos un piso para negocios.

Con esta consideración se tiene un número de viviendas que se detalla a continuación:

- 240 clientes corporativos, de los cuales 52 son entidades que ya cuentan con servicio corporativo de la CNT.
- 2593 clientes residenciales.

2.4.1 Consideraciones adicionales de demanda

Además de las zonas mencionadas en el punto anterior, se toma en cuenta en el área de estudio a predios que se consideran importantes tales como: escuelas, universidades, instituciones públicas, centros de salud y centros de rehabilitación, etc. Esto debido a que dentro del diseño se considera el nuevo proyecto de inclusión que forma parte de la CNT y prioriza el brindar sus servicios a estas zonas en particular.

Para establecer la situación inicial de la ciudad de Azogues nos ayudamos también de sus características socioeconómicas, datos obtenidos de: página web del gobierno provincial, Ministerio Coordinador de Desarrollo Social, e información obtenida por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2010.

2.4.2 Definición de servicios

2.4.2.1 Servicio de IPTV

Para que el servicio de IPTV pueda desarrollarse de una manera completa es necesario aumentar la velocidad de las conexiones actuales. Podemos diferenciar dos tipos de canal:

- De definición estándar SD TV
- De alta definición HD TV

Capítulo II

Para un canal del primer tipo sería necesario tener una conexión de 1.5 Mbps, para uno del segundo tipo 8 Mbps. Si tenemos varios canales distintos en forma simultánea (por tener varios receptores de televisión por ejemplo) necesitaremos más ancho de banda. A este ancho de banda hay que sumar el necesario para la conexión a internet. Estamos hablando de 4.5 Mbps para tres canales de SDTV u 11 Mbps para un canal HDTV y dos SDTV.

Estos cálculos se han obtenido utilizando MPEG-4 para la compresión/codificación del vídeo.

La IPTV necesita ciertos valores técnicos para poder prestar su contenido sin inconvenientes, estos valores están en función del ancho de banda y dependiendo también del número de decodificadores, la velocidad del internet o telefonía IP (VoIP), deberá ser mayor en cada caso, los más comunes son: 4 Mbps, 7 Mbps, 8 Mbps, 10 Mbps, 12 Mbps, 14 Mbps, 16 Mbps y 18 Mbps.

2.4.2.2 Telefonía IP

Para el caso del servicio de telefonía IP con el fin de tener una buena calidad de audio destinamos una tasa de 256 Kbps de la conexión, suficiente para implementar un códec que proporciona una buena calidad de audio, bajo consumo de recursos del CPU pero a costo de un mayor ancho de banda necesario (por ejemplo el G711, G722). Los teléfonos utilizarían la misma tecnología que sistemas como Skype, que permite llamadas mediante Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP).

2.4.2.3 Servicio de datos

En la parte de datos, es una prioridad en mucha gente disponer del servicio de internet en el futuro, conociendo la gran utilidad que brinda éste servicio en el campo informativo,

Capítulo II

cultural y educativo. Para este servicio se destina una tasa mayor a la tasa tradicional de conexión a Internet (de 512 Kbps a 2 Mbps), que irá desde 1 Mbps hasta 15 Mbps.

Se estima entonces que para disfrutar el triple play será necesaria una conexión a Internet de banda ancha de muy buena capacidad, pues en ella se establece todo el servicio. Unos 15 Mbps sería una buena velocidad para aprovechar el servicio.

2.5 Situación actual de los abonados

2.5.1 Resultados de las encuestas realizadas [23]

2.5.1.1 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño muestral de un estudio, se debe considerar diferentes situaciones.

Si la población es finita, es decir, se conoce el total de la población y se desea saber cuántos del total se tiene que estudiar la respuesta sería:

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 * p * q * N}{d^2(N - 1) + z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Ecuación 1. 2 Tamaño de la muestra. [23]

Donde:

- N Es el total de la población
- z_{α}^2 Tiene un valor de 1.96² cuando la seguridad es del 95%
- P Es la proporción esperada (en este caso el 50%)
- Q Es 1-p que en este caso es 0.5
- D precisión que en este caso es del 10%

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizan los siguientes datos:

Capítulo II

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 27.866}{0.1^2(27.8665) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 96 \text{ encuestas}$$

Obtuvimos un total de 96 encuestas por lo que se procedió a redondear este valor a 100 encuestas.

2.5.1.2 Preguntas

Se consultó a los usuarios si contaban con algún servicio de internet o TV por suscripción. A continuación se muestran los porcentajes obtenidos:

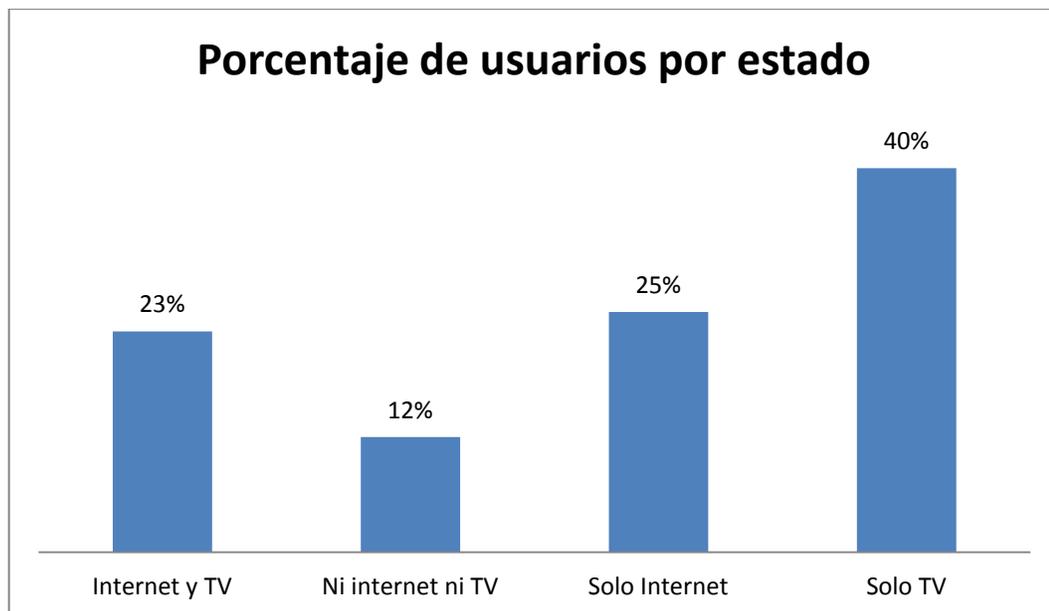


Fig. 2. 4 Porcentaje de usuarios por estado. [Fuente: Los Autores]

Es decir, del 100% un 63% cuenta con algún plan de TV por suscripción

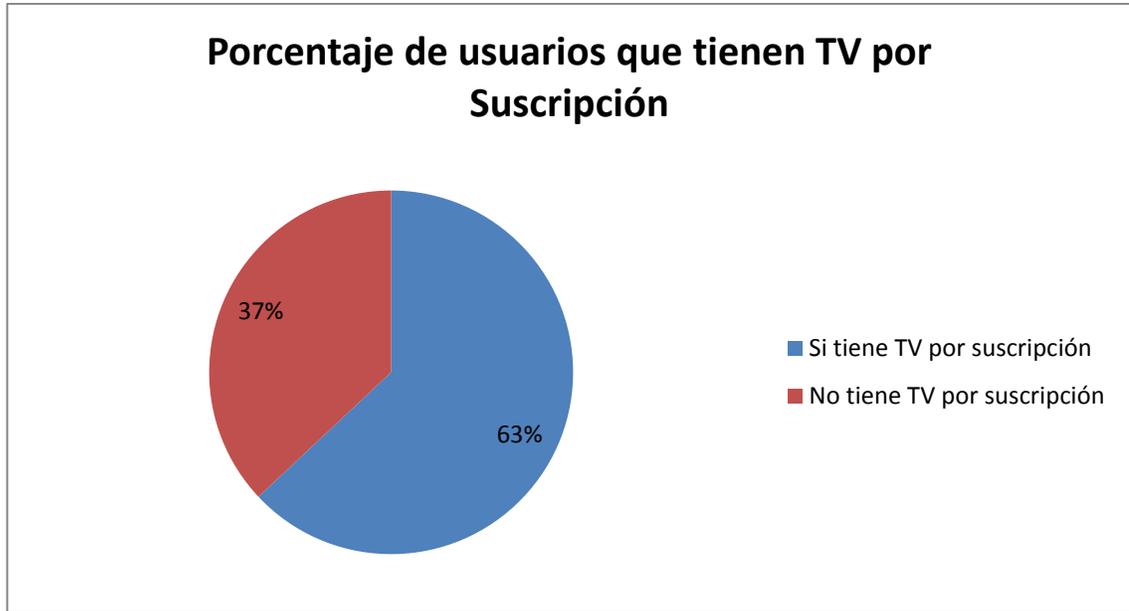


Fig. 2. 5 Porcentaje de usuarios que tienen TV por Suscripción. [Fuente: Los Autores]

Y un 48% cuenta con servicio de internet:

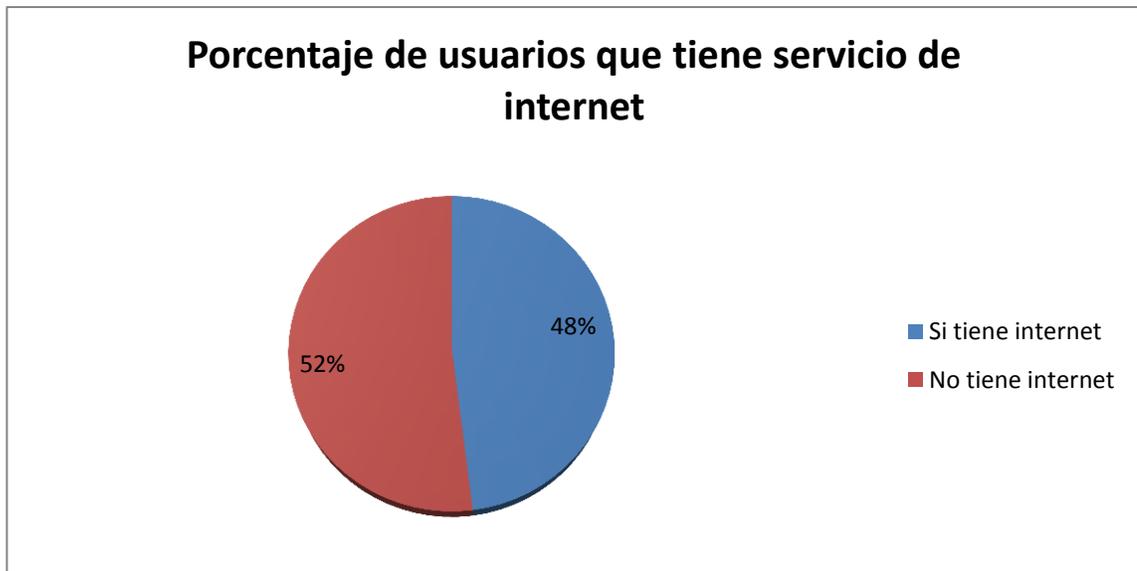


Fig. 2. 6 Porcentaje de usuarios que tienen servicio de internet. [Fuente: Los Autores]

Se consultó además con que proveedor de servicios de TV pagada tenían el contrato a lo que respondieron:

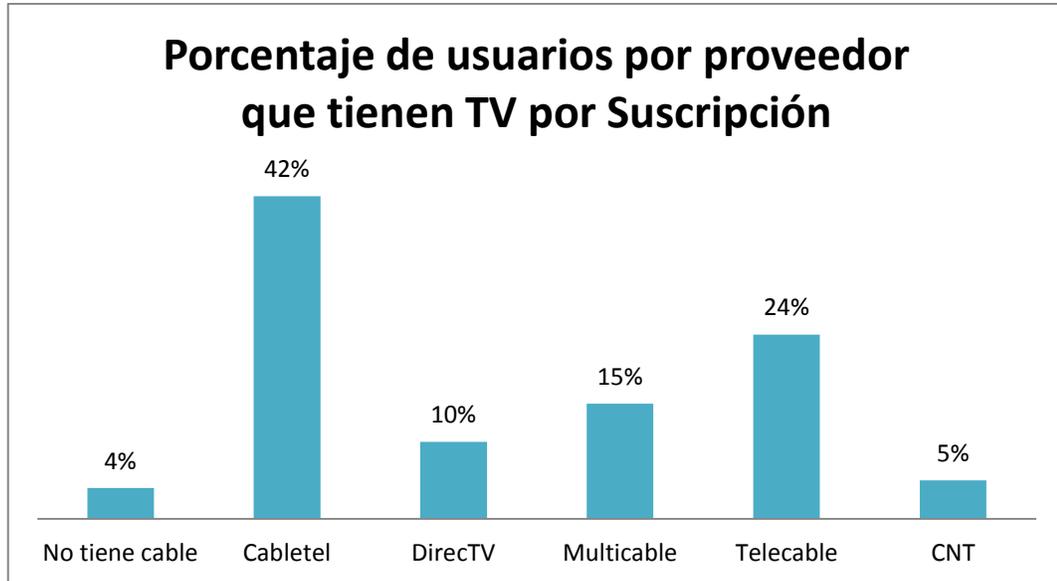


Fig. 2. 7 Porcentaje de usuarios por proveedor que tienen TV por suscripción. [Fuente: Los Autores]

Se consultó cuanto pagaban ellos por los servicios que contrataban de lo que se obtuvo:

Como se puede observar el 78% paga un valor de \$20.00 por el servicio de internet, le sigue un 10% que paga \$35.00.

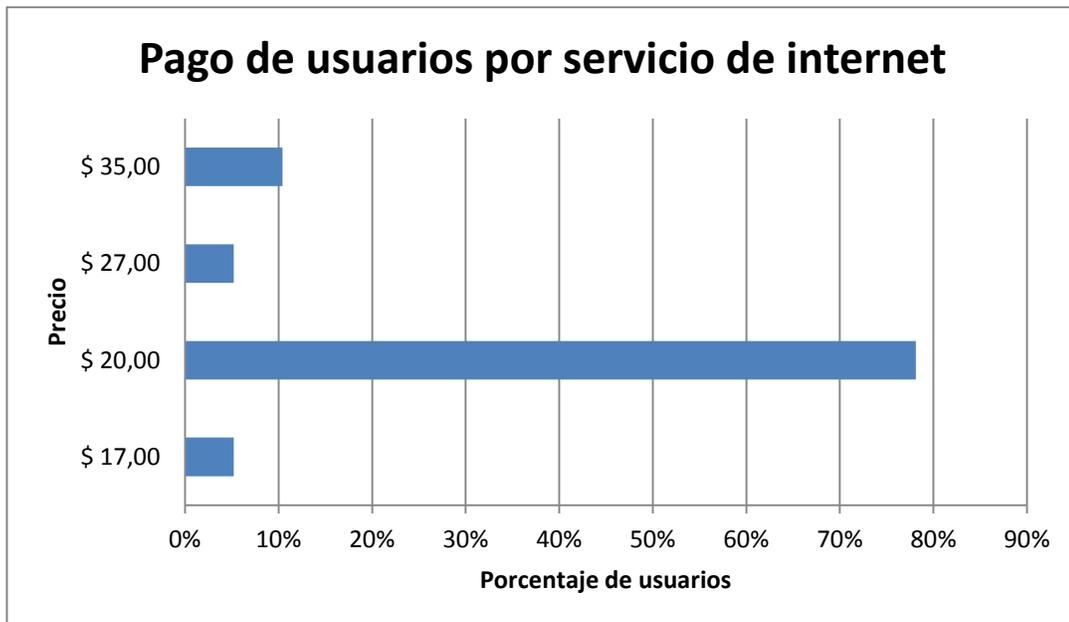


Fig. 2. 8 Valor de pago de usuarios por servicio de internet. [Fuente: Los Autores]

Capítulo II

Se debe notar que muy pocos abonados conocían la velocidad del plan que tenían contratado, aquellos que contestaron supieron indicar que el plan correspondía a una velocidad de 256 Kbps.

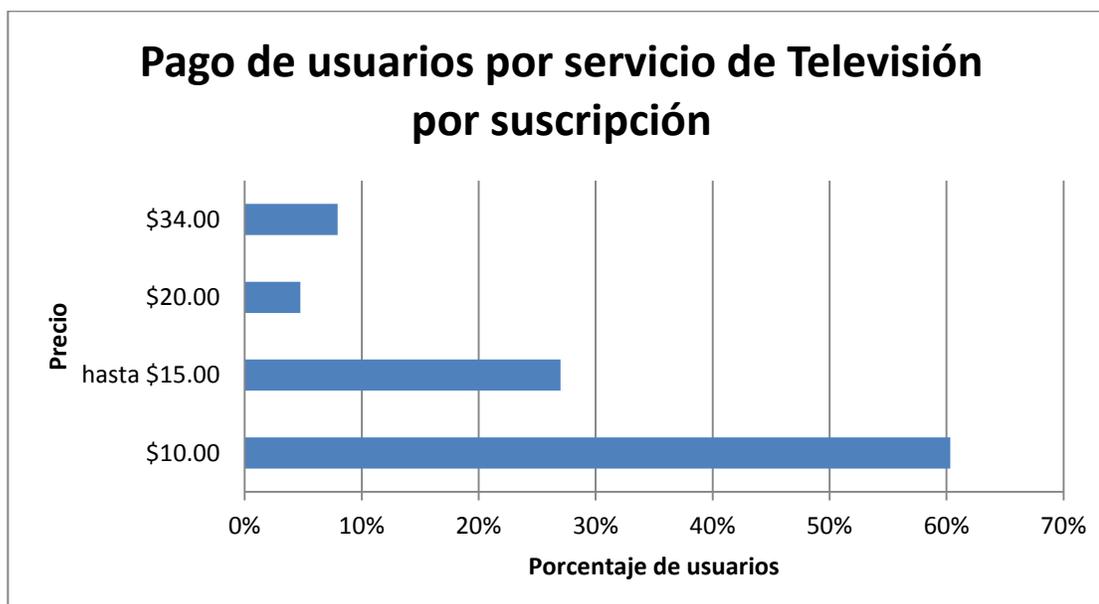


Fig. 2. 9 Valor de pago de los usuarios por los servicios de Televisión por suscripción. [Fuente: Los Autores]

Como se puede observar el mayor porcentaje de abonados pagan por el servicio de Televisión por suscripción entre \$10.00 y \$15.00 por lo que considerando estos valores y adicionando el costo de \$6.20 de línea telefónica que ofrece CNT el pago aproximado que cada usuario que cuenta con los tres servicios realiza mensualmente es de:

Servicio	Plan	Precio
Internet	256 Kbps	\$20.00
TV por suscripción	Alrededor de 50 canales SD	\$15.00
Línea telefónica	1 línea	\$6.20
Total		\$41.20

Tabla 2. 4 Pago aproximado de cada usuario que cuenta con los tres servicios. [Fuente: Los Autores]

Por lo que los planes que proponemos deben ser cercanos a este valor.

Capítulo II

No se preguntó a la ciudadanía de Azogues si contaba con servicio de línea telefónica ya que este campo se encuentra cubierto casi completamente.

2.6 Planes de comercialización Triple Play

Con base en los planes de telefonía y televisión con los que cuenta la CNT y los planes de internet y televisión que ofrecen otras empresas hemos planteado tres tipos de paquetes Triple Play:

Plan Residencial 1:

Internet 2 Mbps	\$ 18,00
IPTV 48 canales SD+10 audio	\$ 20,00
Teléfono fijo	\$ 5,54
Total sin iva	\$ 43,54

Tabla 2. 5 Detalle del Plan Residencial 1 propuesto. [Fuente: Los Autores]

Plan Residencial 2:

Internet 3 Mbps	27,89
IPTV 77 canales SD+10 audio	30,00
Teléfono fijo	5,54
Total	63,43

Tabla 2. 6 Detalle del Plan Residencial 2 propuesto. [Fuente: Los Autores]

Plan Comercial:

Internet 5 Mbps	49.90
IPTV 83 canales SD+10 HD+ 10 audio	50,00
Teléfono fijo	5,54
Total	105,44

Tabla 2. 7 Detalle del Plan Comercial propuesto. [Fuente: Los Autores]

Capítulo II

Planes Corporativos

Internet 10 Mbps	107,45 por Mbps
IPTV 83 canales SD+10 HD+ 10 audio	70,00
Teléfono fijo	5,54

Tabla 2. 8 Detalle del Plan Corporativo propuesto. [Fuente: Los Autores]*

Plan Corporativo solo datos:

Internet 11-20 Mbps	101,56 por Mbps
---------------------	-----------------

Tabla 2. 9 Plan Corporativo propuesto, solo datos. [41], [Los Autores]

* Para el paquete corporativo también se considerará un costo de inscripción de \$150,00.

Se debe mencionar que los paquetes de servicios mostrados para los planes propuestos representan nuestra propuesta lo que significa que no necesariamente estos paquetes son los que la empresa ofrecerá después de la implementación.

2.7 Estimación de usuarios potenciales

Para estimar los posibles usuarios potenciales nos basaremos en los valores históricos de abonados proporcionada por CNT:

Año	2010	2011	2012	2013	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
					2014	2015	2016	2017	2018
Telefonía	25000	27800	28500	29500	30300	31150	32050	32875	33750
Internet	3000	4000	8000	9500	12667	15417	17750	20182	22665
TV	0	0	470	740	1143,33	1513,33	1850	2236,67	2590

Tabla 2. 10 Proyección de la cantidad de usuarios en base a históricos de abonados de CNT. EP. [Fuente: Los Autores], [61]

Es decir, se tendrían las siguientes tasas de crecimiento:

Año	2011	2012	2013	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-----	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

Capítulo II

Telefonía	11,2%	2,5%	3,5%	2,7%	2,8%	2,9%	2,6%	2,7%
Internet	33,3%	100,0%	18,8%	33,3%	21,7%	15,1%	13,7%	12,3%
DTH	0,0%	470,0%	57,5%	149,4%	91,7%	91,0%	114,9%	91,4%

*Tabla 2. II Proyección del porcentaje de crecimiento según históricos de porcentaje de abonados de CNT. EP.
[Fuente: Los Autores], [61]*

Como se observa el porcentaje de crecimiento en telefonía es muy bajo, esto se debe a que CNT tiene cubierto ya el 100% de la población de la zona urbana de Azogues y parte de la rural. Por su parte el servicio de internet se encuentra aún en crecimiento, ya que como se observó el porcentaje de penetración de CNT para la zona urbana es de un 48% según las encuestas. Finalmente para el servicio de televisión la cantidad de abonados se encuentra en crecimiento debido a que esta prestación se empezó a ofertar en el año 2012 con tecnología DTH¹⁶. La poca aceptación de los usuarios para este servicio también tiene relación con la cantidad de proveedores de TV por suscripción y los precios de los paquetes que ellos ofertan.

En base a lo anterior se considerará como porcentaje de crecimiento el valor de las proyecciones del servicio de internet.

¹⁶ DTH.- Corresponde a las siglas de *Direct to the Home*. Es un término usado para definir las transmisiones de TV desde satélites para su recepción en hogares

CAPÍTULO 3

Diseño de la red GPON para el Cantón Azogues Provincia del Cañar

3.1 Consideraciones previas

Como pasos previos al diseño de la red, se realizaron las siguientes actividades de trabajo:

3.1.1 Planimetría

- Se obtuvo del Municipio de Azogues el plano georeferenciado que contenía la ubicación y distribución de las calles, manzanas, predios y la lotización de la ciudad.

3.1.2 Georeferenciación

- Valiéndonos de planos la ciudad proporcionados por la CNT, se realizó la georeferenciación de pozos de mano, cámaras, cajas y postes, los cuales posteriormente se los ubicó en el plano georeferenciado.

3.1.3 Levantamiento de la canalización

- Durante el levantamiento de los pozos y cámaras que componen la red primaria se hizo conjuntamente el levantamiento de la ductería donde consta la información del estado en el que se encuentra cada pozo y del nivel de ocupación de sus ductos (Anexo V), dando como resultado la canalización existente dentro del plano de diseño.

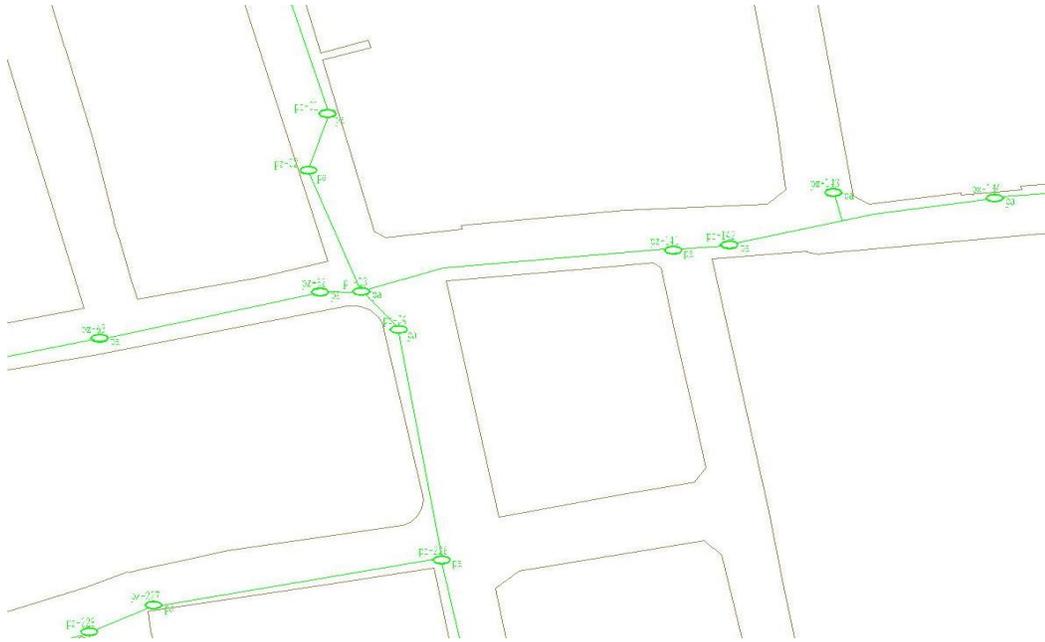


Fig. 3. 1 Levantamiento de la canalización existente. [Fuente: Los Autores]

3.1.3 Base de datos de clientes corporativos [61]

- Elaboración de una base de datos actualizada de los clientes corporativos, basados en los registros proporcionados por la CNT.

3.1.4 Georeferenciación de clientes corporativos

- Levantamiento y georeferenciación de los clientes corporativos existentes (Anexo I) y de los clientes corporativos proyectados (Anexo II). Para definir a los clientes corporativos proyectados nos basamos en el Plan de Inclusión al que se rige la CNT para cubrir las necesidades de colegios, escuelas, centros de salud, centros de rehabilitación, entidades públicas, etc. Además de considerar como clientes corporativos proyectados a entidades bancarias, cooperativas de ahorro y crédito, agencias de viajes, edificios de oficinas, centros comerciales, urbanizaciones, etc.

3.2 Simbología [42], [43]

Capítulo III

Los símbolos utilizados en el presente diseño de red han sido proporcionados por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P., y se utilizan a una escala 1:1000 (en milímetros). Ver anexo III

3.3 Proceso de diseño de la red [42], [43], [62]

Para el diseño de la red se toman en cuenta los siguientes requisitos establecidos por la CNT:

Debido a que el proyecto de la CNT contempla en un futuro migrar completamente su red de cobre a fibra óptica se realizó el diseño para reemplazar inicialmente la zona central de la ciudad que abarca un total de 2833 clientes correspondientes a un 80% de la capacidad de la OLT, para posteriormente continuar progresivamente con la migración hasta cubrir el 100% de los clientes.

Para lo que se ha dejado reservas de fibra principalmente en la red primaria en puntos estratégicos que fácilmente pueden extenderse por medio de la canalización primaria para cubrir las zonas aledañas a la zona central.

Por lo pronto se ha colocado una ONT en cada predio de la zona de análisis con el propósito de cubrir el servicio de esta área usando fibra óptica en un 100%, donde se encuentran las de color naranja las ONT's de los clientes residenciales, de rosa las de los clientes corporativos existentes y de azul las de los clientes corporativos proyectados.

Capítulo III



Fig. 3. 2 Distribución de las ONT's en la zona de análisis. [Fuente: Los Autores]

Existirá un solo nivel de splitter de 1 a 32 ya que con esto se logra cubrir completamente la demanda planteada. Además considerando que la canalización de la ciudad de Azogues tiene una distribución lineal muy semejante a la topología en árbol no es factible implementar redundancia de conexión utilizando una configuración en anillo. Los splitters están ubicados en los armarios a razón de 9 por cada distrito habilitando el servicio de hasta 288 clientes por cada distrito.

La distribución de la red primaria o feeder es canalizada casi en su totalidad con la excepción del último tramo final de 179 m del distrito 12 al que se llega usando la postería.

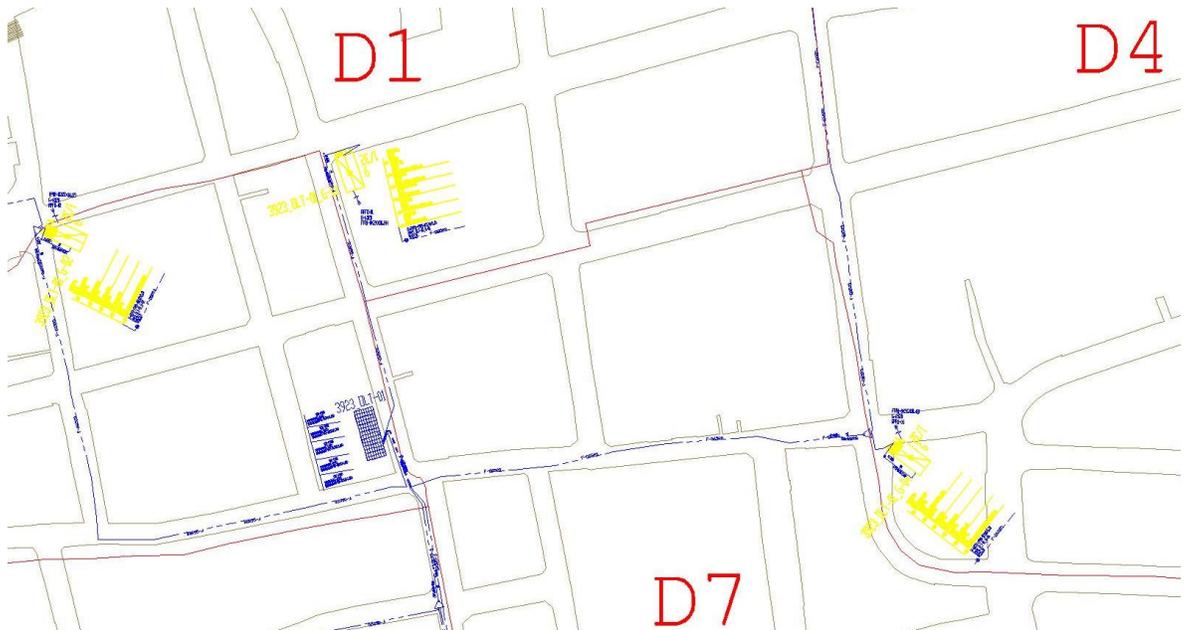


Fig. 3.3 Distribución de la red primaria (Feeder). [Fuente: Los Autores]

Toda la red utilizará fibra óptica, desde la central de equipos en este caso la OLT hasta el equipo terminal de red ONT ubicado en cada predio.

El protocolo que se utilizará para el presente diseño, se encuentra estandarizado en el conjunto de recomendaciones ITU-T G.984 que dan a conocer lo siguiente:

La red GPON debe dar cabida a servicios que requieren un retardo de valor medio máximo de transferencia de la señal de 1,5 ms.

Utiliza tres longitudes de onda, para la separación de los tipos de señales. Estas tres longitudes de onda se combinan en un multiplexor WDM¹⁷.

1. 1550 nm: señales analógicas y digitales, señal para video RF, desde la central a la ONT.

¹⁷ WDM.- Se refiere a las siglas de Wavelength división multiplexer. Es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferentes longitudes de onda, usando luz procedente de un laser o un LED.

Capítulo III

2. 1490 nm: Voz, datos desde la OLT a la ONT
3. 1310 nm: Voz, datos desde la ONT a la OLT

Las tasas de transmisión de datos que se contemplará será:

GPON		Por abonado
		Splitter 1 a 32
Downstream	2.4 Gbps	75 Mbps
Upstream	1.2 Gbps	37,5 Mbps

Tabla 3. 1 Anchos de banda para la red GPON del estándar ITU-T G984. [62], [Fuente: Los Autores]

GPON con el estándar ITU-T G984, define como la tasa de bits máxima a 2488 Mbps.

Lo que indica la tabla anterior es que si un puerto OLT fuera a servir con la misma velocidad a 32 ONT entonces los clientes tendrían 75 Mbps en downstream y 37.5 Mbps en upstream cada uno.

La velocidad que se puede asignar a cada usuario, siempre y cuando a todos se les entregue un mismo valor, depende del número de suscriptores por OLT con que se vaya a trabajar, es decir, teóricamente y considerando la recomendación ITU-T G.984.

GPON abarca un total de 32 ONT como mínimo y 64 ONT como máximo en una distancia de 20 Km.

Se utilizará tipo de fibra monomodo G 652.D la misma que cuenta con las siguientes características:

Parámetros ópticos		
Atenuación óptica	Fibra no cableada	Fibra cableada
1310 nm	≤ 0.40 dB/Km	≤ 0.37 dB/Km
1383 nm	≤ 0.35 dB/Km	≤ 0.37 dB/Km

Capítulo III

1550 nm	≤ 0.20 dB/Km	≤ 0.24 dB/Km
1625 nm	≤ 0.23 dB/Km	
Dispersión cromática		
1285-1330 nm	≤ 3.5 ps/nm.Km	
1550 nm	≤ 18.0 ps/nm.Km	
1625 nm	≤ 22.0 ps/nm.Km	
PMD fibra individual	≤ 0.15 ps/ $\sqrt{\text{Km}}$	
Uniformidad de atenuación	<0.05 dB	
Diámetro del núcleo	9.2 μm	

Tabla 3. 2 Valores de los parámetros ópticos de la fibra monomodo G652.D. [62],[Fuente: Los Autores]

El diseño está planificado para brindar servicio triple play a 2833 usuarios entre corporativos y residenciales. Se ha realizado la distribución por medio de distritos, cada distrito cuenta con 36 cajas de distribución óptica que a su vez sirve a 8 abonados. Para cubrir el total de abonados se ha determinado un total de 14 distritos que cubren un total de 465 cajas. En teoría esta cantidad de cajas debería estar cubierta con 13 distritos solamente pero debido a consideraciones geográficas y de distribución se resolvió colocar 14 armarios.

Se utilizarán armarios con capacidad para 288 usuarios, cada armario estará conectado a 36 cajas de distribución óptica, cada una ofreciendo servicio a 8 abonados.

Se ha considerado una situación especial en el caso de los edificios en los que se colocan cajas completas para cada edificio.

El tendido de fibra óptica se ha considerado en base a la normativa otorgada por la CNT.

En caso de existir alguna caja que deba servir a algún abonado ubicado al otro lado de la avenida, las acometidas deberán ser subterráneas para poder cruzar la calle y servir a todos los usuarios que estén dentro de su área de distribución.

Capítulo III

La red secundaria (red de distribución) se extiende desde el armario hasta cada una de las 36 cajas que componen un distrito, por consiguiente cada caja se conecta a un grupo de 8 abonados, en la parte central de la zona de análisis la red de distribución será subterránea ya que en esta zona no existe postería.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo queda la red secundaria de fibra óptica en el distrito 1.

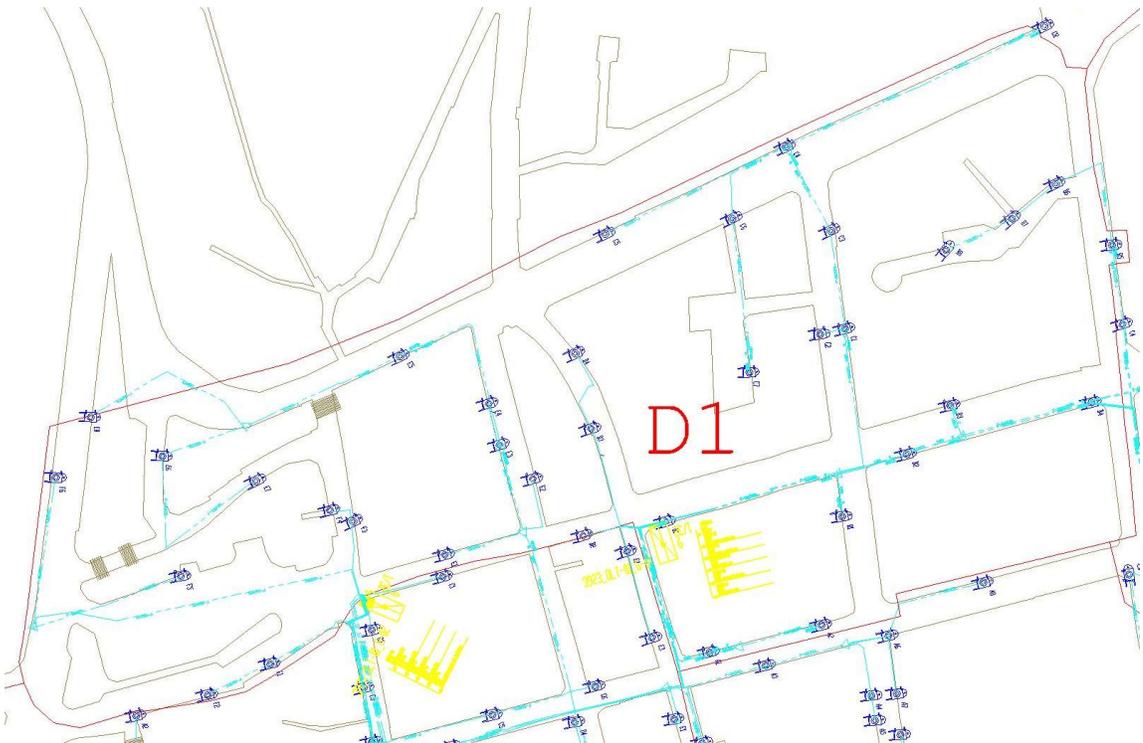


Fig. 3. 4 Distribución de la red secundaria para el Distrito 1. [Fuente: Los Autores]

3.4 Cálculo de las pérdidas (Atenuación)

Se trabajará con los siguientes valores por pérdidas:

- Distancia del enlace
- Conectores
- Empalmes

Capítulo III

- Splitters
- Adaptadores
- Fusiones
- Margen de seguridad.

Pérdidas	
Por conectores (patchcord)	0.5 dB
Por empalme (fusión)	0.3 dB
Por splitter 1 a 32	17.5 dB
Margen de resguardo	3 dB
ODF	0,4 dB/conector
Caja terminal	0,4 dB/conector

Tabla 3. 3 Valores de pérdidas considerados para el diseño. [Fuente: Los Autores]

Se considera un margen de resguardo de 3 dB para la red debido a requerimientos de rendimiento de la aplicación, el número de posibles reparaciones, y el costo, con el fin de absorber las posibles modificaciones que se presenten a futuro en el tendido de la red, y que impliquen aumento en la atenuación de las ODNs.

Para una correcta planificación de las instalaciones de cables con fibras ópticas es necesario considerar la atenuación total del enlace y el ancho de banda del cable utilizado para lo cual se considera la siguiente ecuación:

$$L_t = L \cdot L_{FO} + n_c \cdot L_c + n_e \cdot L_e + n_s \cdot L_s + Ms$$

Ecuación 1. 3 Atenuación total del enlace. [35]

Donde:

L_t = La atenuación total del enlace

L = Longitud del cable en Km.

Capítulo III

LFO = coeficiente de atenuación de la fibra en dB/Km (depende del tipo de cable a ser utilizado: G652D o G655D y de la longitud de onda a ser transmitida).

nc = número de conectores

Lc = atenuación por conector

ne = número de empalmes

Le = atenuación por empalme

ns = número de splitters

Ls = atenuación por splitter

Ms = Margen de seguridad

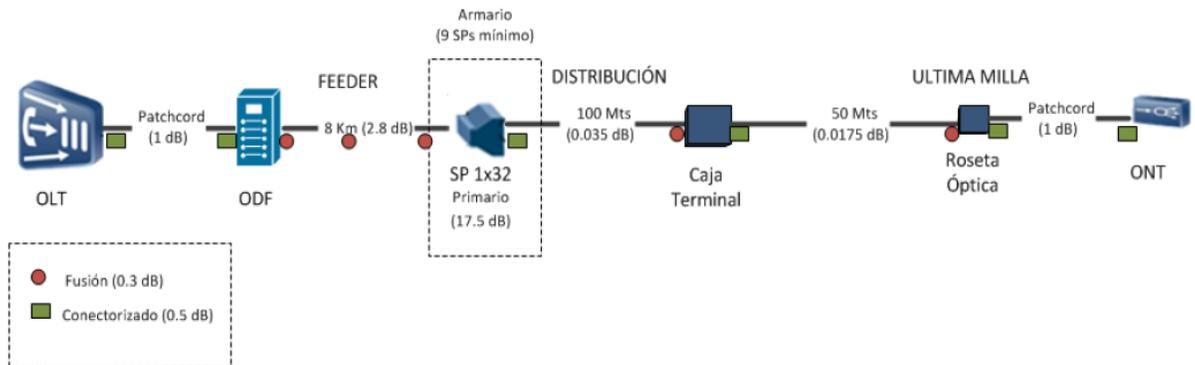


Fig. 3.5 Modelo de diseño masivo/casas. [42]

Para el cálculo de perdidas en el presente diseño nos regimos a las disposiciones adoptadas por la CNT en cuanto a donde se requiere que la unión fibra-equipo sea mediante fusión o conectorizada, de acuerdo a la figura 3.4.

Para el cálculo del enlace se consideran los elementos de red que se encuentran en la figura anterior. De donde obtenemos:

3.4.1 Pérdidas por fusión

Pérdida por fusión= (# de fusiones)*Pérdida por fusión (dB)

Capítulo III

de fusiones=2 Fusiones de unión de diferentes tramos de fibra +1 Fusión a la salida del splitter +1 Fusión de caja terminal +1 fusión a la salida del ODF.

$$\text{Pérdida por fusión}=5*0,3=1.5 \text{ dB}$$

3.4.2 Pérdidas por conectorización

La conectorización se da al unir la fibra óptica con un equipo activo en este caso la OLT o la ONT, para ello necesitamos un conector. Para considerar la pérdida que genera la conectorización para la red, hacemos referencia con la máxima pérdida de inserción producida hacia la red, es decir, el peor de los casos al realizar la conexión, es decir un valor de 0.5 dB.

de conectorizaciones=2 conectores en la unión de la OLT con el ODF +1 conector a la salida del splitter

Pérdida por conectorización= (# de conectorizaciones)*Pérdida por conectorización (dB)

$$\text{Pérdida por conectorización}=3*0,5=1.5 \text{ dB}$$

3.4.3 Pérdidas por splitter

La atenuación en el splitter depende del tipo de splitter que utilizemos, siendo diferente según el número de salidas presentes como se muestra a continuación:

Tipo de splitter	Atenuación (dB)
1:2	4,3
1:4	7,6
1:8	11,1

Capítulo III

1:16	14,1
1:32	17,5
1:64	20,8
2:4	7,9
2:8	11,5
2:16	14,8
2:32	18,5
2:64	21,3

Tabla 3. 4 Atenuación de acuerdo al tipo de splitter. [11], [24], [25]

Para nuestro caso se consideran 17.5 dB por pérdidas de splitter de 1 a 32.

Pérdidas por splitter=17.5 dB

3.4.4 Pérdidas por cable de fibra óptica (FO)

Se debe tener en cuenta que la distancia máxima entre OLT y ONT no debe superar los 20 Km, es decir, la suma de la longitud de FO Feeder (Km de fibra desde en ODF al armario), más la FO Distribución (Km de fibra desde el armario a la caja terminal), más la FO de Ultima Milla (Km de fibra desde la caja terminal a la roseta) no debe ser mayor a 20 Km.

Además el cable de fibra óptica para acometida desde la caja de distribución óptica debe tener una longitud máxima 300 metros en cable nuevo.

Basándonos en estas consideraciones los valores de los tramos de fibra son:

Longitud de la fibra =859,45m+1147,94m+257,93m+417,95 m

Longitud de la fibra =2683,27 m

3.4.4.1 Para el enlace upstream

Para 1330 nm

Pérdidas por cable de fibra óptica=0.35dB/Km* (2,68327) Km

Pérdidas por cable de fibra óptica= 0,939dB

3.4.4.2 Para el enlace downstream

Para 1490 nm

Pérdidas por cable de fibra óptica=0.40 dB/Km* (2,68327) Km

Pérdidas por cable de fibra óptica=1,073dB

Para los cálculos del enlace se considera los valores para la peor condición del diseño, en cuanto a la atenuación del cable, conectores y fusiones. En los cálculos realizados, el valor más alto en pérdidas que se tiene en toda la red es de 21.573 dB, es conveniente dejar un margen de seguridad de 3 dB debido a los posibles inconvenientes que se puedan presentar durante la implementación del diseño.

3.4.4.3 Sensibilidad OLT ONT

La sensibilidad de recepción OLT, ONT será de -28 dBm, por lo que la sumatoria de pérdidas debe tener un valor menor a 28 dB para garantizar el funcionamiento.

Es necesario demostrar la factibilidad del enlace, es decir, tomando en cuenta la sensibilidad de la ONT, saber si las pérdidas calculadas están dentro del margen

Capítulo III

permitido para el correcto funcionamiento de la ONT, valor que para este diseño esta dentro del rango aceptable como se vio en el punto anterior.

3.5 Cálculo del enlace

Tomando en cuenta los valores obtenidos en las perdidas procedemos a realizar el cálculo de los enlaces ascendente y descendente de la red.

Las pérdidas totales a considerar serán:

Pérdidas totales en downstream=1.5 dB+1.5 dB+17.5 dB+1,073 dB = 21,573 dB

Pérdidas totales en upstream = 1.5 dB+1.5 dB+17.5 dB+= 0,939 dB= 21,439 dB

Observamos que existe mayor cantidad de pérdidas con las transmisión en downstream alcanzando un total de 21,573 dB, considerando que este es el peor de los casos que se puede encontrar dentro de la red en cuanto a pérdidas; a esto le agregamos el valor de resguardo, quedando un total de 24,573 dB, valor que está muy por debajo del límite permitido (28dB), afirmando de esta manera la factibilidad de la implementación de la red GPON en la ciudad de Azogues.

Cuando se habla del equipo terminal que se debe instalar donde el usuario final, se requiere que la ONT disponga de un puerto RF para entregar la señal de video, por este motivo el equipo terminal dispondrá de un demultiplexor mediante el cual se manejan los dos tipos de señales y además deberá tener un módulo de RF que debe estar integrado para conectarse a la Set Top Box.

3.6 Volúmenes de obra y Presupuesto

Capítulo III

Con el objetivo de determinar el volumen de obra del diseño realizado, fue necesario extraer las diferentes cantidades y tipos de elemento utilizados en la red. Basándonos en el plano del diseño terminado en Autocad donde se contabilizó la cantidad de: ONT's, cajas de distribución óptica, splitters, OLT's, ODF's, longitud de fibra óptica aérea o canalizada de 12, 24, 48 o 96 hilos, herrajería aérea (postes) y subterránea (pozos), cantidad de empalmes de fibra (fusiones), cables ópticos para acometidas (patchcord), rosetas, longitud de manguera corrugada, porta reservas de fibra óptica, indicadores de fibra óptica, armarios, canalización y postes proyectados. Todos estos valores fueron ingresados en un formato (Anexo IV) proporcionado por la CNT E.P. donde automáticamente se calcula el costo final de la obra en función de la cantidad de los diferentes componentes de la ODN y el precio unitario de cada uno en función de la zona en donde se realizara el proyecto, que en el caso de Azogues se encuentra en la Zona 2.

Cabe recalcar que las ONT's que están en la vivienda del abonado no son tomadas en cuenta en la inversión inicial ya que éstas se instalarán a la par de la demanda. El precio individual de cada ONT está fijado en \$150.

CAPÍTULO 4:

Análisis Técnico y Financiero de la implementación del proyecto.

La parte final del análisis de factibilidad de todo proyecto es la evaluación económica, la misma que tiene como objetivo determinar la rentabilidad de dicho proyecto programada a cierto tiempo antes de tomar la decisión de invertir.

A fin de evaluar económicamente el proyecto en los párrafos siguientes se enuncian los parámetros considerados para realizar esta estimación.

4.1 Análisis de costos de la red

Dentro de la inversión inicial se tomará en cuenta el costo de la instalación de la infraestructura que se diseñó tomando en cuenta longitudes, equipos, accesorios, etc. Se ha determinado que el costo de la instalación será de \$ 1'608.768,73 dólares americanos. Como se puede ver en el Anexo IV.

4.2 Flujo Neto de Caja [59]

El flujo neto de caja es igual a la suma de todos los ingresos o cobros menos todos los pagos o egresos efectuados en cada año y le posibilita a la empresa conocer el movimiento del capital. Se analizó a futuro, el movimiento de ingresos y egresos en un período de cinco años considerando proyecciones de crecimiento de clientes y depreciación de los activos de la empresa.

4.3 Costos fijos y variables [17]

Como gastos fijos se consideran pagos de nómina, pago de la patente, servicios básicos, depreciación entre otros.

Los gastos variables comprenden rubros como el arriendo del enlace internacional y materiales entre cables y dispositivos de abonado.

También se contemplan en esta parte los gastos por licencias, permisos y concesiones de frecuencia, los costos por proveedores de internet y televisión.

Sin embargo estos gastos no se considerarán en el análisis para este proyecto ya que la CNT es una empresa constituida que cuenta ya con todos los permisos y licencias.

4.4 Indicadores Financieros [59],[60]

4.4.1 Valor Actual Neto

Es uno de los métodos más usados para el análisis de rentabilidad de una inversión, se calcula con la suma de los valores de utilidad neta obtenida en el flujo de caja durante el tiempo de vida del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial. De manera que si el VAN da como resultado un valor positivo, el proyecto es rentable. Mientras el valor de VAN de un valor más alto el proyecto es más rentable.

Un VAN nulo significa que la rentabilidad del proyecto es igual que colocar los fondos invertidos en el mercado con un interés equivalente a la tasa de descuento utilizada, la dificultad en el cálculo del VAN es fijar el valor para la tasa de interés, existiendo diferentes alternativas:

- a) Tasa de descuento ajustada al riesgo: Interés que se puede obtener del dinero en inversiones sin riesgo (deuda pública + prima de riesgo)

Capítulo IV

- b) Coste medio ponderado del capital empleado en el proyecto
- c) Coste de la deuda, si el proyecto se financia en su totalidad mediante préstamo o capital ajeno.
- d) Coste medio ponderado del capital empleado por la empresa
- e) Coste de oportunidad del dinero, entendiendo como tal el mejor uso alternativo, incluyendo todas sus posibles utilidades

Dado que el VAN depende muy directamente de la tasa de interés elegida hará su función indistintamente de cual haya sido el criterio para fijarla.

Es deseable en todo proyecto tener un VAN positivo ya que esto significa que el proyecto es viable. Aquí se calcula el valor presente de la inversión.

Fórmula para el cálculo del VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Ecuación 1. 4 Cálculo del Valor actual Neto [49]

Donde:

- V_t Representa los flujos de caja en cada periodo t.
- I_0 Es el valor del desembolso inicial de la inversión.
- n Es el número de períodos considerado.
- K Es el tipo de interés.

Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

4.4.2 Tasa mínima de rendimiento TMAR o Tasa de descuento

Capítulo IV

Es la mínima cantidad de rendimiento que el inversionista estaría dispuesto a recibir por el riesgo de colocar su dinero en un proyecto.

Debido a que las empresas buscan obtener el mayor beneficio posible, para establecer el temar se suele sumar la tasa de inflación existente en el país, ya que al tomarla como parámetro se asegura que el capital invertido no perderá su valor adquisitivo; el riesgo país y la tasa pasiva referencial, además de un porcentaje adicional debido a que el negocio es más riesgoso que guardar el dinero en el banco, este porcentaje adicional suele ser de un 5 a 10 %.

Los valores considerados se detallan a continuación:

TASA DE DESCUENTO TMAR		
Detalle	Periodo	Porcentaje
Índice de inflación anual	Jun 2013/Jun 2012	2,68%
Tasa de interés pasiva referencial	jul-13	4,53%
Riesgo País	Al 31 May 2013	6,36%
Porcentaje adicional de riesgo		5,00%
	Total	18,57%

Tabla 4. 1 Parámetros a considerara en el cálculo del TMAR. [38], [36], [50]

Como se puede observar se obtuvo un valor total de 18.57% por lo que se considerará un valor redondeado de 20%.

4.4.3 Tasa interna de Retorno

Mide el rendimiento de los fondos que se pretenden invertir en un proyecto, es la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 = 0$$

Ecuación 1. 5 Cálculo de la Tasa interna de Retorno. [49]

Capítulo IV

Obtener una tasa interna de retorno mayor a la esperada representará para la empresa un beneficio económico asociado al beneficio social que se obtendrá a partir de la realización del presente proyecto.

4.5 Depreciación [57],[58]

Se refiere al desgaste o uso de los activos fijos, con excepción de los terrenos, a lo largo de su vida útil se lo conoce como depreciación.

Según el Reglamento del Servicio de Rentas Internas para la depreciación de activos fijos tenemos:

- Inmuebles (excepto terrenos), naves, aeronaves, barcasas y similares 5% anual.
- Instalaciones, maquinarias, equipos y muebles 10% anual.
- Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil 20% anual.
- Equipos de cómputo y software 33% anual.

Como se observa no se contemplan depreciaciones para el sector de Telecomunicaciones, por lo que nos basamos en el reglamento de la **Ley de Impuesto Sobre la Renta** (LISR) de Chile, en la que en el artículo 40 habla sobre los máximos autorizados, **tratándose de activos fijos por tipo de bien:**

<u>EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES</u>		
	Vida útil en años	Porcentaje anual
1) Equipos planta externa local.		
Postes y crucetas de madera.	20	5%
Postes y crucetas de fierro.	20	5%
Postes de concreto.	20	5%
Antenas y líneas de transmisión.	12	8,3%
Cables aéreos y bobinas de carga.	20	5%
Cables subterráneos y bobinas de carga.	20	5%
Cables aéreos desnudos, interiores.	20	5%

Capítulo IV

Equipos canalizadores y repetidores en postes.	12	8,3%
Conductos y cámaras.	20	5%
Cables enlaces.	20	5%
Sala de cables y MDF.	20	5%
Armarios de distribución.	20	5%
Cajas terminales, doble conexión.	20	5%
Empalmes de cables aéreos y subterráneo.	20	5%
Cables de fibra óptica.	20	5%
Cámaras y ductos.	20	5%
2) Equipos planta externa L.D.		
Postes y crucetas de madera.	20	5%
Postes y crucetas de fierro.	20	5%
Postes de concreto.	20	5%
Antenas y líneas de transmisión.	12	8,3%
Cables aéreos y bobinas de carga.	20	5%
Cables subterráneos y bobinas de carga.	20	5%
Alambres aéreos desnudos.	20	5%
Conductos y cámaras.	20	5%
Estaciones satelitales terrenas.	12	8,3%
Cables de fibra óptica.	20	5%
Equipos de fibra óptica.	12	8,3%

Tabla 4. 2 Valores de depreciación de equipos de telecomunicaciones. [57]

4.6 Costo de mano de obra

Para cubrir la demanda de servicio al cliente y de mantenimiento que CNT E.P. ofrece, es necesario el empleo del siguiente personal técnico:

Año	Número técnicos	Sueldo/ técnico	Total anual	Número Ingenieros	Sueldo/Ingeniero	Total anual	Total anual sueldos
Año 1	4	\$ 610	\$29280	1	\$ 1200	\$14400	\$43680
Año 2	5	\$ 610	\$36600	1	\$ 1200	\$14400	\$51000
Año 3	5	\$ 610	\$36600	1	\$ 1200	\$14400	\$51000
Año 4	6	\$ 610	\$43920	1	\$ 1200	\$14400	\$58320
Año 5	6	\$ 610	\$43920	1	\$ 1200	\$14400	\$58320

Capítulo IV

Parcial	\$ 190320	\$72000
Total	\$ 262.320,00	

Tabla 4. 3 Costo a pagar de la empresa por el soporte técnico al cliente. [Fuente: Los autores]

4.7 Costos por gastos de movilidad de los técnicos y mantenimiento de los vehículos

Para el transporte de los técnicos que darán mantenimiento a la red y servicio al cliente es necesario un medio de transporte, por lo que la CNT E.P. necesita tomar en cuenta los gastos del vehículo. Se estimará un gasto mensual de \$80 por mantenimiento y \$50 por gastos en combustible.

Año	Número Vehículos	Gastos/ vehículo	Depreciación/vehículo	Total anual
Año 1	2	\$ 130	\$ 8000	\$ 11120
Año 2	3	\$ 130	\$ 12000	\$ 16680
Año 3	3	\$ 130	\$ 12000	\$ 16680
Año 4	4	\$ 130	\$ 16000	\$ 22240
Año 5	4	\$ 130	\$ 16000	\$ 22240
Total			\$ 88.960,00	

Tabla 4. 4 Costo a pagar gastos de movilidad. [Fuente: Los autores]

4.8 Escenarios de análisis

El análisis económico del proyecto contempla tres escenarios:

4.8.1 Primer escenario

Para este caso se considera:

- No cobrar rubros por migración de tecnologías
- Mantener los mismos precios

Por lo tanto los ingresos y egresos a considerar son:

Capítulo IV

Ingresos	Cobro del servicio por parte de los usuarios residenciales y corporativos
	Cobro de un valor de inscripción de los nuevos clientes corporativos
Egresos	Pago a técnicos por mantenimiento de la red.
	Gasto de movilidad de los técnicos, compra y mantenimiento del vehículo.
	Depreciación
	Imprevistos

Tabla 4.5 Ingresos y Egresos para el primer escenario. [Fuente: Los autores]

Se redondea a un valor de \$40.00 por el plan residencial de menor capacidad tomando en cuenta los valores anteriormente obtenidos. Para el Plan Corporativo se considera un valor fijo de \$150.00.

Paquete	
Telefonía 1 línea	
Internet 2 Mbps	\$40,00
IPTV 48 canales SD +10 de audio	

Tabla 4.6 Detalle del paquete considerado para este escenario. [Fuente: Los autores]

De lo que se obtuvo:

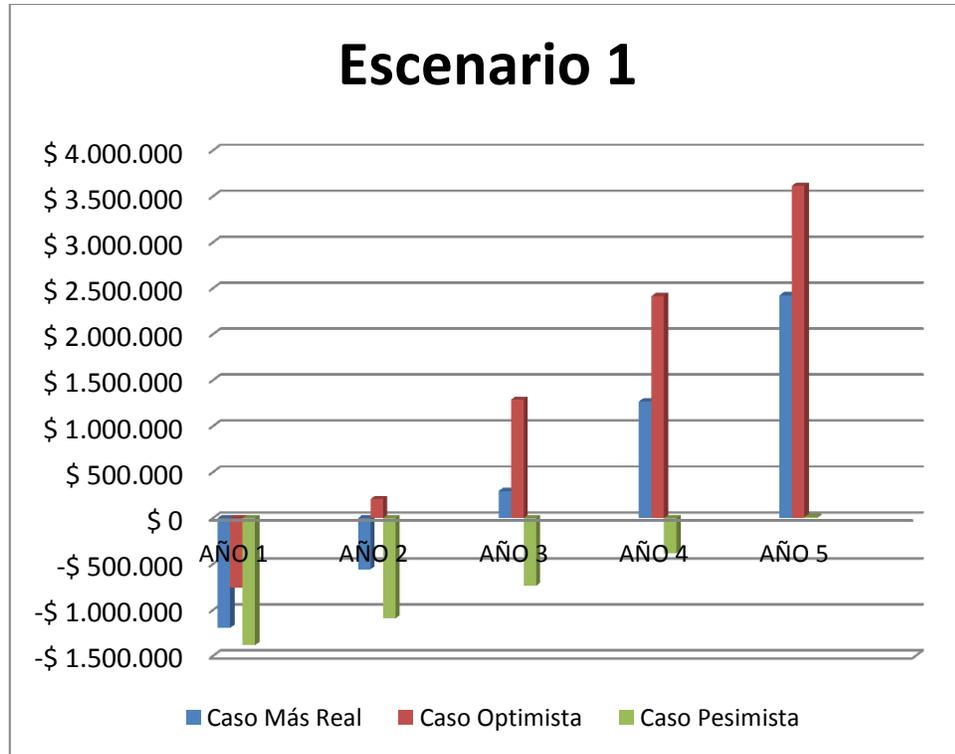


Fig. 4.1 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 1. [Fuente: Los autores]

A continuación se presenta una tabla con el resumen de los valores obtenidos para cada caso del primer escenario:

PRIMER ESCENARIO			
Plan residencial	\$ 40,00	Plan Corporativo	\$ 150,00
Sin cobrar migración			
Usuarios al 1er año	VAN:	TIR	Recuperación de la inversión
80%	\$ 1.414.809	52,83%	2 año
45%	\$ 599.073	33,11%	3 año
30%	-\$ 690.417	0,23%	5 año

Tabla 4.7 Valores obtenidos para el primer escenario. [Fuente: Los autores]

Como se puede observar en el primer escenario (el menos rentable) puede existir ganancia siempre y cuando la demanda por el servicio sea de de al menos un 45% para que la inversión se recupere al tercer año de funcionamiento del servicio. Se observa un valor de VAN negativo para el caso pesimista esto indica que en este caso el proyecto no es rentable.

Capítulo IV

4.8.2 Segundo escenario

Opción 1:

Para este caso se considera:

- No cobrar rubros por migración de tecnologías
- Elevar el precio del paquete residencial un 25%

Por lo tanto los ingresos y egresos a considerar son:

Ingresos	Cobro del servicio por parte de los usuarios residenciales y corporativos
	Cobro de un valor de inscripción de los nuevos clientes corporativos
Egresos	Pago a técnicos por mantenimiento de la red.
	Gasto de movilidad de los técnicos, compra y mantenimiento del vehículo.
	Depreciación
	Imprevistos

Tabla 4. 8 Ingresos y Egresos para la opción 1 del segundo escenario. [Fuente: Los autores]

Paquete	
Telefonía	
Internet 2 Mbps	\$50,00
IPTV 77 canales SD +10 de audio	

Tabla 4. 9 Detalle del paquete considerado para el segundo escenario. [Fuente: Los autores]

Se ha realizado un incremento del 40% del precio del Plan residencial. Para el Plan Corporativo se considera un valor fijo de \$150.00.

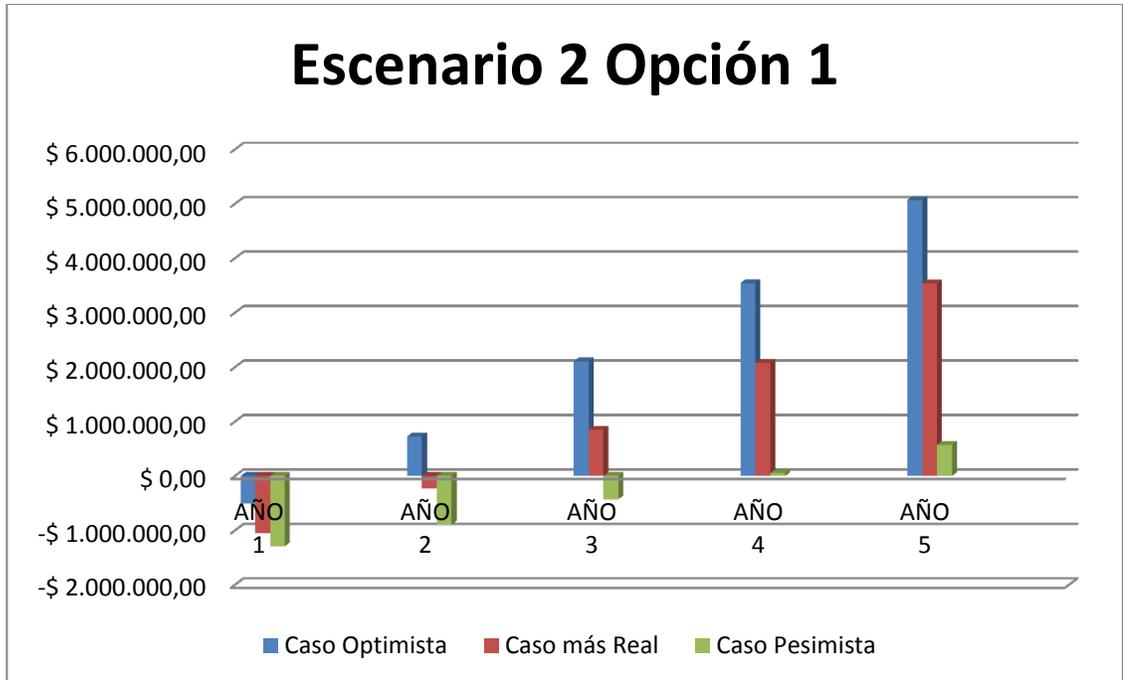


Fig. 4. 2 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 2 opción 1. [Fuente: Los autores]

Opción 2

Para este caso se considera:

- Cobrar rubros por migración de tecnologías
- Elevar el precio del paquete residencial un 25%

Por lo tanto los ingresos y egresos a considerar son:

Ingresos	Cobro del servicio por parte de los usuarios residenciales y corporativos
	Cobro de un valor de inscripción de los nuevos clientes corporativos
	Cobro por migración
Egresos	Pago a técnicos por mantenimiento de la red.
	Gasto de movilidad de los técnicos, compra y mantenimiento del vehículo.
	Depreciación
	Imprevistos

Tabla 4. 10 Ingresos y Egresos para la opción 2 del segundo escenario. [Fuente: Los autores]

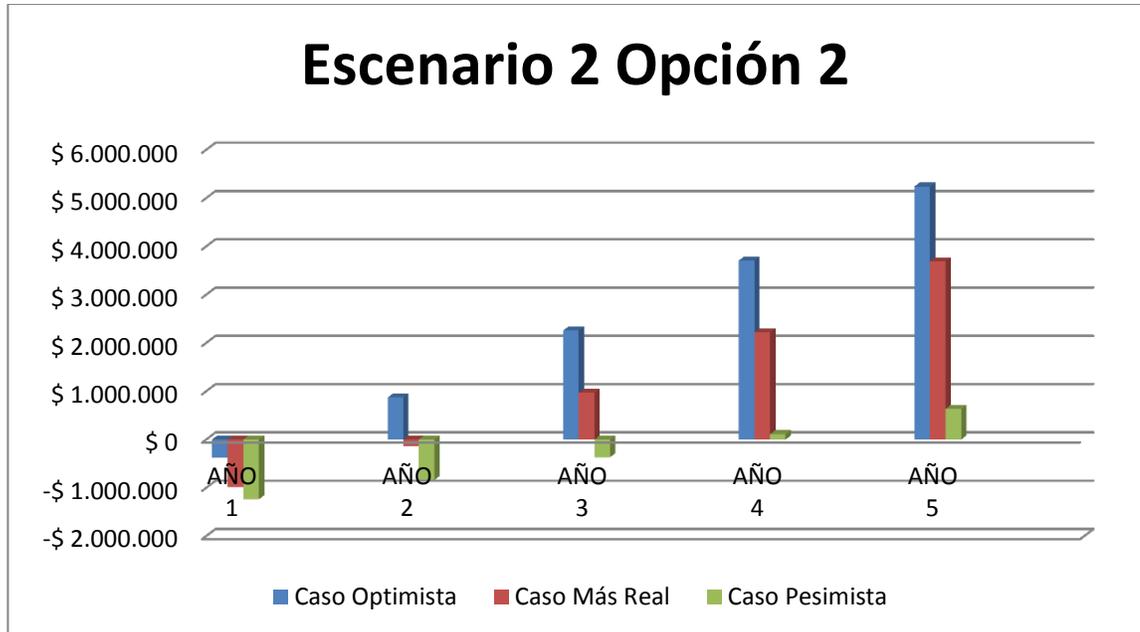


Fig. 4.3 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 2 opción 1. [Fuente: Los autores]

SEGUNDO ESCENARIO							
Plan residencial		Plan Corporativo		Plan residencial		Plan Corporativo	
\$ 50,0		\$ 150,0		\$ 50,0		\$ 150,0	
Sin cobrar migración				Con cobro migración			
Usuarios al 1er año	VAN	TIR	Recuperación de la inversión	Usuarios al 1er año	VAN	TIR	Recuperación de la inversión
80%	\$ 2.265.728	70,47%	2 año	80%	\$ 2.394.373	74,51%	2 año
45%	\$ 1.221.221	45,40%	3 año	45%	\$ 1.327.019	47,88%	3 año
30%	-\$ 363.405	10,16%	4 año	30%	-\$ 315.939	11,34%	4 año

Tabla 4.11 Valores obtenidos para el segundo escenario. [Fuente: Los autores]

En este segundo escenario tenemos algo parecido al primero, por una parte en los casos pesimistas se observa un valor de VAN negativo lo que indica que el proyecto no es rentable.

Capítulo IV

4.8.3 Tercer escenario

Opción 1:

Para este caso se considera:

- No cobrar rubros por migración de tecnologías
- Elevar el precio de ambos paquetes un 20%

Por lo tanto los ingresos y egresos a considerar son:

Ingresos	Cobro del servicio por parte de los usuarios residenciales y corporativos
	Cobro de un valor de inscripción de los nuevos clientes corporativos
Egresos	Pago a técnicos por mantenimiento de la red.
	Gasto de movilidad de los técnicos, compra y mantenimiento del vehículo.
	Depreciación
	Imprevistos

Tabla 4. 12 Ingresos y Egresos para la opción 1 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]

Paquete	
Telefonía	
Internet 4 Mbps	\$60,00
IPTV 83 canales SD +10 HD +10 de audio	

Tabla 4. 13 1 Detalle del paquete considerado para la opción 1 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]

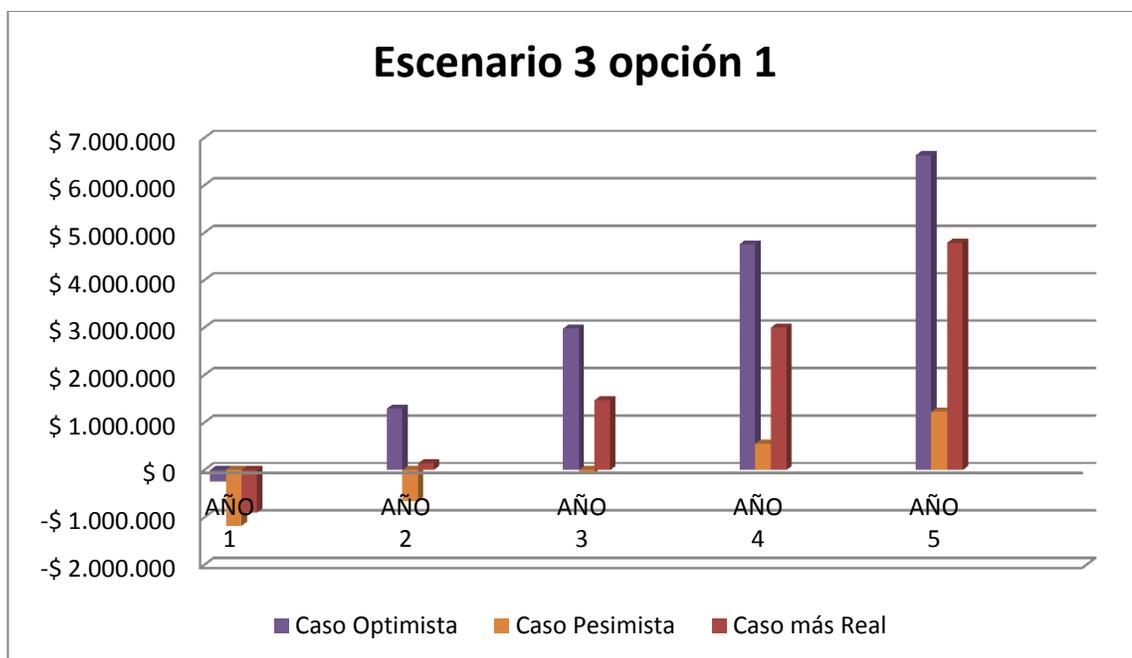


Fig. 4.4 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 3 opción 1. [Fuente: Los autores]

Opción 2:

Para este caso se considera:

- Cobrar rubros por migración de tecnologías
- Elevar el precio del paquete corporativo un 20% y el residencial un 40%

Por lo tanto los ingresos y egresos a considerar son:

Ingresos	Cobro del servicio por parte de los usuarios residenciales y corporativos
	Cobro de un valor de inscripción de los nuevos clientes corporativos
	Cobro por migración
Egresos	Pago a técnicos por mantenimiento de la red.
	Gasto de movilidad de los técnicos, compra y mantenimiento del vehículo.
	Depreciación
	Imprevistos

Tabla 4.14 Ingresos y Egresos para la opción 2 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]

Capítulo IV

Paquete	
Telefonía	
Internet 4 Mbps	\$70,00
IPTV 83 canales SD +10 HD +10 de audio	

Tabla 4. 15 Detalle del paquete considerado para la opción 2 del tercer escenario. [Fuente: Los autores]

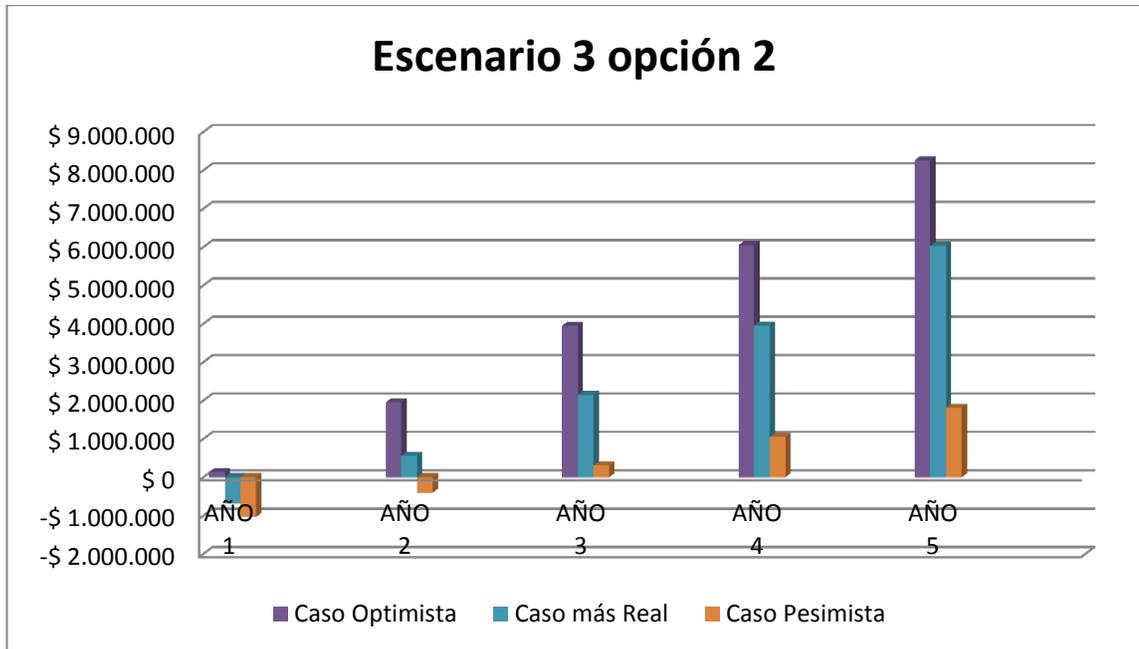


Fig. 4. 5 Diagrama de barras para los tres casos del escenario 3 opción 2. [Fuente: Los autores]

A continuación se presenta una tabla resumida de los valores obtenidos en cada caso:

TERCER ESCENARIO							
Plan residencial		Plan Corporativo		Plan residencial		Plan Corporativo	
\$ 60,00		\$ 170,00		\$ 70,00		\$ 170,00	
Sin cobrar migración				Con cobro migración			
Usuarios al 1er año	VAN	TIR	Recuperación de la inversión	Usuarios al 1er año	VAN	TIR	Recuperación de la inversión
80%	\$ 3.177.420	88,54%	2 año	80%	\$ 4.160.550	109,37%	1 año

Capítulo IV

45%	\$ 1.923.328	58,25%	2 año	45%	\$ 2.644.859	71,54%	2 año
25%	\$ 18.201	20,47%	4 año	25%	\$ 378.307	29,61%	3 año

Tabla 4. 16 Valores obtenidos para el tercer escenario. [Fuente: Los autores]

Para este último escenario (el más recomendable) se observan valores de VAN positivos en conjunto con valores de TIR por encima del 20% que se propuso como tasa de descuento por lo que el proyecto es rentable en cualquiera de los casos.

Referencias

[1] CORDOVA, Sandra, “*Elaboración de un manual turístico para la enseñanza en el décimo año de educación básica en siete colegios fiscales de los cantones de la provincia del Cañar*. Universidad de Cuenca. recuperación a Septiembre 2012. Disponible en la web en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1737/1/tur11.pdf>

[2] BALLADARES, Luis, y PICO, Joseph, *Diseño de una red de Fibra Óptica para un sistema de Video vigilancia*. ESPOL, Guayaquil 2010. Recuperación a Septiembre 2012. Disponible en la web en : <http://rapi.epn.edu.ec/?page=record&op=view&path%5B%5D=52252>

[3] PABON, Diana, *Diseño de una red de acceso GPON para proveer servicios triple play TV, INTERNET Y TELEFONÍA en el sector de La Carolina a través de la red del grupo TV Cable*. Escuela Politécnica Nacional, Guayaquil. Enero 2009. Recuperación a Octubre 2012. Disponible en la web en : <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1099>

[4] SCHNELDE, Kenneth, Dr PhD, *The Basics of fiber optic cable*. 2012. Recuperación a Octubre 2012. Disponible en la web en : <http://www.arcelect.com/fibercable.htm>.

[5] CAMPO Juan, *Curso de Fibra óptica*, Universidad de Oviedo. Recuperación a Octubre 2012. Disponible en la web en : <http://paratorpes.es/manuales/curso%20fibra%20optica.pdf>

[6] CORDOVA, Francisco, *Tecnologías de acceso*, Recuperación a Octubre 2012. Disponible en la web en: http://www.imaginar.org/iicd/tus_archivos/TUS6/2_tecnologia.pdf

[7] DUTTON, Harry, *Understanding Optical Communications*, IBM. 1998. Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg245230.pdf>

Referencias

[8] FURUKAWA, *Soluciones para infraestructura Optica FTTH y FTTA*. Febrero 2012. Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.catelsa.com.pe/pdf/Soluciones%20FTTX.pdf>

[9] s/a, *Fundamentos de diseño de Fibra Optica*. Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: www.profesores.frc.utn.edu.ar

[10] LATTANZI, Miguel, & GRAF Agustín., *REDES FTTx. Conceptos y Aplicaciones*. IEEE. Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>

[11] MARCHUCOV, Yarsolav. *Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructura FTTH*. Universidad Politécnica de Valencia. Gandia 2011. Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: www.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6476/tesisUPV3170.pdf

[12] MEAVE, David y otros, *Tipos de fibras ópticas*. Universidad de Aquino. Bolivia. Octubre 2009. Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: <http://comunicacionesopticas.files.wordpress.com/2007/10/informe-tipos-de-fo-final.pdf>

[13] RIVERA, Luis, & ZAPATA, Cristian. *Diseño de una red de acceso para brindar servicios Triple play con tecnología GPON y Wimax en el cantón Pedro Vicente Maldonado para la empresa Saturno TV*. Escuela Politécnica Nacional, Enero de 2012. Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4442>

[14] SANZ Javier. *Manual sobre ADSL y xDSL. Tipos de conexiones y diferencias*. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.adslzone.net/adsl-faq.html>

Referencias

[15] SANGUÑA, Fernando, *Estudio Técnico de la Red de Comunicaciones para brindar los servicios de voz, internet y video por demanda de una urbanización*. Escuela Politécnica Nacional. Quito Marzo 2010. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en : <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1764/1/CD-2763.pdf>

[16] TINOCO, Juan, *Estudio y diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicio de voz, video y datos para la urbanización Los Olivos ubicada en el sector Toctesol en la parroquia Borrero de la ciudad de Azogues*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2011. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1076/12/UPS-CT002134.pdf>

[17] HERRERA, Myriam, HIDALGO Wendy, *Ingeniería de detalle para el diseño de una intranet con conexión a internet para aplicaciones de voz, datos y vídeo utilizando la arquitectura TCP/IP*. Escuela Politécnica Nacional Quito 2004. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5071/1/T2340.pdf>

[18] QUISHPE, Alejandra, *Estudio de factibilidad de una red de acceso para servicios triple play en el sector central de la ciudad de Ibarra, mediante la combinación de las tecnologías FTTX (FIBER TO THE X)*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3728>

[19] MORENO, Mauricio, *Estudio técnico económico de factibilidad para el diseño de redes PON y GPON*. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/729/1/T-ESPE-018376.pdf>

[20] GUEVARA, Juan, *Tecnologías de redes PON*. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: http://www.todotecnologia.net/wp-content/uploads/2010/06/Definicion_caracteristicas_PON_APOn_BPON_GEPON_GPON_EPON.pdf

Referencias

[21] INFIESTA, Jesús. *Estándares xPON*. Enero 2008. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.fabila.com/noticia.asp?id=675>

[22] s/a, *FTTx PON EXFO Guide*, Marzo 2011. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.exfo.com/solutions/fttx-access-networks/ftth-networks>

[23] CORONEL Cristian y VERDUGO Bayron, *Estudio y diseño de una red para brindar TV e Internet inalámbrica por suscripción utilizando sistemas multicanales de distribución por microondas digital (MMDS) con canal de retorno de banda ancha para la empresa Cabletel-Sepormul de la ciudad de Azogues*. Universidad Politécnica Salesiana, 2013. Recuperación a Mayo 2013. Disponible en la web en: <http://www.dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3473>

[24] ABREU Marcelo, *Características generales de una red de fibra óptica al hogar (FTTH)*. 2009. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: http://www.um.edu.uy/upload/descarga/web_descarga_179_CaracteristicasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-Abreu.pdf

[25] PRAT Josep, y otros, *FTTx Concepts and Applications*, Ed. Springer, 2009. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.coursehero.com/file/5657487/Next-Generation-FTTH-Passive-Optical-Networks/>

[26] PRAT Josep, y otros, *Next-Generation FTTH Passive Optical Networks*, Ed. Springer, 2008. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: http://books.google.com.ec/books/about/Next_Generation_FTTH_Passive_Optical_Net.html?id=gR9OUXpjQ90C&redir_esc=y

[27] MILLAN, Ramón, *GPON (Gigabit Passive Optical Network)*, Enero 2008. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>

[28] SAHEB Jani, y otros, *FTTH Deployment Options for Telecom Operators*. Mayo 2011. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en:

Referencias

<http://www.sterliteoptical.com/pdf/Knowledgecenter/FTTH%20Deployment%20Options%20for%20Telecom%20Operators.pdf>

[29] ITU ACADEMY, *Características de las Fibras y Cables Ópticos Monomodo* recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en:

<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-200911-I/es>

[30] FUENTES, Alfredo, y otros, *Redes GPON*, Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://es.scribd.com/doc/98717494/GPON>

[31] GARCIA, Adolfo, *Guía FTTH/GPON*, Recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en:

http://www.telnet-ri.es/fileadmin/user_upload/preventa/presentaciones/Gu%EDa%20FTTH-GPON%20-%20Puesta%20en%20marcha%20de%20la%20Red%20-%20v.1.0%20-%20Junio%202012.pdf

[32] s/a, *PON (Passive Optical Networks)*, Junio 2011. Recuperación a Diciembre 2012. Disponible en la web en: <http://www.telnet-ri.es/index.php?id=279> (30-6-2011)

[33] ITU ACADEMY, *Recomendación UIT-T G-983.1: Sistemas de acceso óptica de banda ancha basados en redes ópticas pasivas* Enero 2005. Recuperación a Enero 2013. Disponible en la web en: www.itu.int/rec/T-REC-G.983.1/es.

[34] ITU ACADEMY, *Recommendation ITU-T G.984.1: Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics* Marzo 2008. Recuperación a Enero 2013. Disponible en la web en: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1-200803-l>

[35] ALPHA ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIONS, *Proyecto de red FTTH GPON de Riba-Roja d'Ebre*, Octubre 2009. Recuperación a Enero 2013. Disponible en la web en: https://pdc.diputaciodelatarragona.cat/riba-roja/media/upload/pdf/1270031860_85d8ce590ad8981ca2c8286f79f5995441_signat.pdf

Referencias

[36] BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, *Valor de la inflación Junio 2013*, Recuperación a Julio 2013. Disponible en línea en: http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion

[37] s/a, *Area y Población de la Ciudad de Azogues*. Recuperación a Marzo 2013. Disponible en línea en: <http://www.azoguenos.com/home/area-y-poblacion>

[38] BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, *Tasa de interés Julio 2013*, recuperación a Febrero 2012. Disponible en línea en: <http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>

[39] INEC, *Resultados Encuesta de Empleo, Desempleo y subempleo*. Cantidad de personas con acceso a internet. Recuperación a Mayo 2013. Disponible en línea en: <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/cienciaTecnologia.html#>

[40] PEREZ, Antonio, *Implantación de la red FTTH como alternativa a la red de cobre*, Universidad Politécnica de Cataluña Facultad de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones, Febrero 2012, [en línea] recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/15083/1/fileFTTH.pdf>

[41] CNT E.P, *Plan CNT Internet*, [en línea] recuperación a Mayo 2013. Disponible en la web en: www.cnt.gob.ec

[42] CNT E.P., *NORMAS TÉCNICAS PARA DIBUJO GEOREFERENCIADAS DE REDES DE PLANTA EXTERNA: Canalización, Redes Telefónicas De Cobre, Enlaces De Fibra Óptica Y Redes Gpon/Fth.*, Noviembre 2012

[43] CNT E.P., *PARTE I DISEÑO DE ODN PARA RED GPON*, Noviembre 2012.

Referencias

[44] GAD MUNICIPAL DE AZOGUES, recuperación a Noviembre 2012. Disponible en la web en: www.azogues.gob.ec/

[45] INEC, *Resultados censo 2010, Datos Cantonales Azogues*, recuperación a ENERO 2013. Disponible en la web en: www.inec.gob.ec/cpv/descargables/fasciculos_provinciales/canar.pdf

[46] ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AZOGUES, *Estrategia de prevención y control de la contaminación del aire de Azogues*. Abril 2009. Recuperación a Enero 2013. Disponible en línea en: <http://www.azogues.gob.ec/portal25/index.php/gesti%C3%B3n-ambiental/455-estrategia-de-prevencion-y-control-de-la-contaminacion-del-aire-en-azogues>

[47] CHAVEZ, Raquel, *Estudio y diseño para la implementación de una red GPON (Gigabit Passive Optical Networks) en el sector centro de Riobamba para la CNT EP-CHIMBORAZO*. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba 2010. Recuperación a Enero 2013. Disponible en línea en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/123456789/346>

[48] ROJAS Henry, URGILES Patricio, *Estudio y diseño para la ampliación de la red NGN de la Corporación Nacional de telecomunicaciones en la Parroquia Borrero del Cantón Azogues Provincial del Cañar*. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca 2011. Recuperación a Febrero 2013. Disponible en línea en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1084?mode=full>

[49] NAVAS, Cristian y SARMIENTO Raúl, *Estudio de factibilidad para implementar una red BPL (Broadband over Power Lines) sobre la red de la Empresa Eléctrica Azogues S.A. para brindar un servicio de transporte de voz, datos y video*. Universidad Politécnica Salesiana. Mayo 2012. Recuperación a Marzo 2013. Disponible en línea en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2308>

Referencias

[50] WATKINS Thayer, *Valores de Premios de riesgo País*. Recuperación a Julio 2013. Disponible en línea en: <http://www.applet-magic.com/countryrisksp.htm>

[51] SAQUICUYA Diego, MOGROVEJO Iván, *Estudio de factibilidad técnica y económica para el diseño de una red de fibra óptica para la Empresa Eléctrica de la ciudad de Azogues*. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca 2007. Recuperación a Mayo 2013. Disponible en línea en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/180/1/Indice.pdf>

[52] GARCÍA, Mauricio, *Estudio de factibilidad y diseño para la implementación del sistema de comunicaciones de radio microonda integral entre el proyecto Gaby y el proyecto Rio Blanco de la Compañía EMC S.C.C* Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí 2009. Recuperación a Mayo 2013. Disponible en línea en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/342/1/T-ESPE-026138.pdf>

[53] SUPERTEL, *Aspectos que influyen en los costos de servicio de internet*. Abril 2010. Recuperación a Mayo 2013. Disponible en línea en: www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/revista_supertel_7.pdf

[54] ESPINOZA Marcos, ORELLANA Andrés, *Estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de IPTV (Internet Protocol Television) en la red de cobre de la empresa CNT Azogue*. Agosto 2011. Recuperación a Mayo 2013. Disponible en línea en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1079>

[55] SAGBAY, Jorge, SÁNCHEZ, Felipe, *Estudio de factibilidad técnica y económica de la fibra óptica frente a las líneas de cobre para los servicios de telecomunicaciones aplicados para las redes de ETAPA en el sector de la Ave. Ordoñez Lazo*. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca Diciembre 2006. Recuperación a Mayo 2013. Disponible en línea en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/183>

[56] iPUNTOTV, *Detalle de cantidad de suscriptores de cada operador*. Febrero 2013. Recuperación a Julio 2013. Disponible en línea en: <http://www.ipuntotv.com/Notas/Noticias%20933.html>.

Referencias

[57] SII, *Nueva Tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado*. Enero 2003. Recuperación a Julio 2013. Disponible en línea en: http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm

[58] SRI *Valores de Depreciación*. Recuperación a Julio 2013. Disponible en línea en: <http://www.sri.gob.ec/web/guest/depreciacion-acelarada-de-activos-fijos>

[59] BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR, *Guía Básica del exportador*. México 2005. Recuperación a Julio 2013. Disponible en línea en: <http://www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/82/1/images/GuiaBasicaDelExportador.pdf>

[60] GARRIDO, Luis, *Métodos de Análisis de Inversiones - TIR VAN*. 2006. Recuperación a Julio 2013. Disponible en línea en: <http://www.zonaeconomica.com/inversion/metodos>

[61] CNT E.P., *Abonados de CNT*, Departamento de comercialización.

[62] ITU ACADEMY, *G.984.1 : Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales*, recuperación a Marzo 2013. Disponible en la web en : <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1/es>

CONCLUSIONES

En función a los objetivos planteados se pudo establecer que:

1. Mediante los datos obtenidos con las encuestas respecto a los usuarios y la información estadística que se pudo recopilar, mas el levantamiento de los usuarios corporativos, además de los proporcionados por la CNT. E.P. se logró determinar un panorama claro de la demanda y del posible crecimiento que esta tendría a lo largo del tiempo proyectado lo que contribuyó en el diseño de la red propuesto.
2. Se consiguió diseñar una topología de red para la Zona Central de la ciudad de Azogues cumpliendo con los requerimientos propios del sector y con la normativa otorgada por CNT E.P. Se adjuntan los certificados entregados por CNT E.P. en los que se confirma que el diseño propuesto cumple con los requerimientos.
3. Puesto que en la normativa proporcionada por la CNT previo al diseño, ya estaban estrictamente definidos los elementos y equipos (así como sus características) que deberían ser usados en sus redes GPON, no fue necesario hacer un estudio respecto a los componentes de la ODN.
4. Se demostró finalmente la viabilidad técnica y económica de la red diseñada. Se consideraron varios escenarios en los que se podría desenvolver el crecimiento de la red y se determinó en cada uno el tiempo de recuperación de la inversión y los respectivos valores de VAN y TIR.

El diseño de la ODN cumple con las exigencias de la CNT EP y se rige a las normas internacionales ITU, si bien en este caso la capacidad del Feeder se ve sobredimensionada, se debe a que se dejó una reserva para un crecimiento futuro de la

Conclusiones

red GPON a las zonas aledañas al lugar de análisis, en busca de evitar trabajo nuevamente en estas zonas.

5. La migración de la red existente en la ciudad de Azogues a una red de acceso FTTH GPON permitirá el manejo de mayores anchos de banda, mas servicios por una misma línea de acometida así como a la vez permitirá cubrir un área mayor sin comprometer la calidad de la señal mejorando así la situación actual de la ciudad.

RECOMENDACIONES

Durante el levantamiento de información acerca de los pozos de canalización de la zona se observó que varios pozos se encontraban sucios, llenos de basura o con agua en el interior por lo que se recomienda se realice primero una etapa de limpieza de pozos para evitar problemas al momento del montaje de la red propuesta.

Anexos

ANEXOS

ANEXO I

Cientes Corporativos Existentes

Referencia	DETALLE	DIRECCIÓN
c270	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR	Aurelio Jaramillo y Av. Ignacio Neira (Patronato)
c246	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR	BOLIVAR Y 10 DE AGOSTO (DESARROLLO PRODUCTIVO)
c222	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR	AV. IGNACIO NEIRA Y AURELIO JARAMILLO (TALLER)
c188	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR	LUIS CORDERO Y AURELIO JARAMILLO
c165	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	BAYAS CENTRO. ESCUELA QUITO
c119	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	AZOGUES Y LA PLAYA ESCUELA DOLORES SUCRE (16 DE ABRIL Y NAPO)
	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	580 ALUMNOS 25 AULAS 2 COMPUTADORES
c165	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	AZOGUES Y BAYAS ESCUELA FISCAL MIXTA QUITO
	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	180 alumnos, 14 aulas y 7 computadoras.
C226	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	GUAYAS Y 3 DE NOVIEMBRE ESCUELA NACIONES UNIDAS
	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	631 ALUMNOS 28 AULAS 10 COMPUTADORAS
c161	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	AZOGUES 0 E INGAPIRCA ESCUELA RAFAEL MARIA GARCIA
	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	610 ALUMNOS 21 AULAS 13 LABORATORIOS
c162	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	AZOGUES 0 Y UCHUPUCUN ESCUELA ABDON CALDERON
	SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	70 ALUMNOS 7 AULAS Y 4 MAQUINAS
c229	SECRETARÍA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	ZHIZHIQUIN ESCUELA SAMUEL ABAD
c095	SECRETARIA NACIONAL DEL MIGRANTE	AV. 24 DE MAYO FRENTE AL GRAN AKI
c259	SECRETARIA NACIONAL DEL MIGRANTE	AV. 16 DE ABRIL CASA HACENDA URB. MUTUALISTA DE AZUAY
c197	CONSEJO NACIONAL DE LA JUDICATURA	EMILIO ABAD Y SERRANO
c012	CONSEJO DE LA JUDICATURA	BOLIVAR Y AZUAY ESQ.
C253	CONSEJO DE LA JUDICATURA	JJ DE OLMEDO Y TENEMAZA
c125	CONSEJO NACIONAL ELECTORAL	CALLE SIN NOMBRE 0 Y CALLES URB CADME SCT LA PLAYA CNE AZOGUES
c120	CONSEJO NACIONAL DE TRANSITO TRANSPORTE TERRESTRE Y SEGURIDAD VIAL	AZUAY ENTRE AYACUCHO Y ORIENTE
c223	CONSEJO NACIONAL DE DISCAPACIDADES	AV. HNO INGNACION NEIRA Y GRAL. E
c205	DEFENSORIA DEL PUEBLO	LUIS CORDERO ENTRE TENEMAZA Y GENERAL ENRIQUEZ
c256	DEFENSORIA DEL PUEBLO	LUIS CORDERO Y 3 DE NOVIEMBRE
c255	COORDINACION ZONAL 6 MINISTERIO DE TURISMO	AV. 24 DE MAYO Y GENERAL ENRIQUEZ (Junto a la Bodega)
c257	MINISTERIO DE INFORMACION Y TURISMO	AV. 24 DE MAYO Y GENERAL ENRIQUEZ
c251	MINISTERIO DE TURISMO	SUCRE Y BOLIVAR

Anexos

c120	MINSITERIO DE TRABAJO	LUIS CORDERO Y TENEMAZA
c197	MINISTERIO DE JUSTICIA, DERECHOS HUMANOS Y CULTOS	SOLANO Y BOLIVAR Y EMILIO ABAD
c269	MINISTERIO DE CULTURA	AV. DE LOS ALCALDES Y AV. HOMERO CASTANIER
c120	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA MAGAP	AV. IGNACIO NEIRA EDIF. JEREZ SHOPPING 3ER PISO
c120	MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES	AV. ANDRES F. CORDOVA EDIF. 1 PISO 1DEPT ENTRE HUMBERTO RODRIGUEZ Y NAPO
c250	MINISTERIO DEL INTERIOR- DIRECCION NACIONAL DE LA POLICIA JUDICIAL	VEINTIMILLA Y AYACUCHO ESQ. DIRECCION PROVINCIAL AZOGUES
c258	CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO	AV. 24 DE MAYO 0 Y AV. LOS ALCALDES
c260	PROGRAMA ALIMENTATE ECUADOR	RIVERA 911 ENTRE TENEMAZA Y GENERAL ENRIQUEZ PISO 2
c209	INSTITUTO TECNOLOGICO LUIS ROGERIO GONZALEZ SIN NOMBRES	LUIS CORDERO Y TENEMAZA
c005	INSTITUTO TECNICO SUPERIOR JUAN B. VASQUEZ	VIA ORIENTE Y AZUAY
c254	INSTITUTO NACIONAL DE ECONOMIA POPULAR Y SOLIDARIA	SOLANO 0 ENTRE LUIS CORDERO Y RIVERA 2DO PISO
c203	INSTITUTO DE LA NIÑEZ Y LA FAMILIA CAÑAR	LUIS CORDERO ENTRE SERRANO Y SOLANO
c157	COLEGIO ROBERTO RODAS	MIGUEL VINTIMILLA Y MERCADO SUCRE
c149	UNIVERSIDAD CATOLICA AZOGUES	ALBERTO SARMIENTO Y DAVID MOGROVEJO
c174	GOBERNACIÓN DEL CAÑAR HOSPITAL LA PLAYA	LA PLAYA (MIGUEL VEINTIMILLA Y LUIS GONZALEZ)
c271	DIRECCION DE MOVILIZACION DEL CCFFAA	GRAN COLOMBIA 1914 Y BRICEÑO
c051	DIRECCION GENERAL REGISTRO CIVIL	LA PLAYA 0 HOSPITAL HOMERO CASTANIER
c159	DIRECCION NACIONAL DE REHABILITACION SOCIAL	LA PLAYA
c094	DIRECCION NACIONAL DE ANTINARCOTICOS	AV. 24 DE MAYO Y CESAR DAVILA AL FRENTE DE DESPENSA AKI. Donde es????
C183	MIDUVI	BOLIVAR 0 TENEMAZA Y GENERAL ENRIQUEZ
c120	JUNTA NACIONAL DE DEFENSA DEL ARTESANO	AV. ANDRES F. CORDOVA Y 10 DE AGOSTO EDIF. JEREZ 5TO PISO
c266	AREA 1 AZOGUES CENTRO DE SALUD 1	AV. 24 DE MAYO Y JUAN BAUTISTA CORDERO
c268	AREA 1 AZOGUES CENTRO DE SALUD 1	AV. 24 DE MAYO Y AZUAY
c117	HOSPITAL HOMERO CASTANIER	LA PLAYA Y AV. ANDRES F. CORDOVA
c116	INDUSTRIAS GUAPAN	GUAPAN
c120	ANT	ANDRES CORDOVA Y 10 DE AGOSTO
C099	CAÑAR N° 15 COMANDO PROVINCIAL	AUGUSTO SACOTO Y SAMUEL ABAD
c031	POLICIA JUDICIAL DE AZOGUES	
c262	UNIDAD DE EJECUCIÓN ESPECIALIZADA	ORIENTE Y SAN FRANCISCO
C190	FEDERACIÓN DEPORTIVA PROVINCIAL DEL CAÑAR	LUIS CORDERO Y GENERAL ENRIQUEZ
c178	FISCALIA DE CAÑAR	
c197	FUNCION JUDICIAL CAÑAR	EMLIO ABAD Y SOLANO
c247	REGISTRO DEL CANTÓN AZOGUES	AYACUCHO Y AZUAY
c014	BANCO DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL	VEINTIMILLA Y AYACUCHO ESQ. DIRECCION PROVINCIAL AZOGUES
c012	BANCO DE GUAYAQUIL	AZUAY Y BOLIVAR
c116	COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO GUAPAN LTDA.	KM. 15 VIA A GUAPAN

Anexos

c039	SRI	SERRANO Y MATOVELLE
c248	VICTOR AGUSTIN SAMANIEGO	Matovelle y Solano
c267	JORGE GUSTAVO LEON SIMBAÑA	MIGUEL HEREDIA Y AZOGUES
c263	KATYA CELINA YUMBLA	ANDRES CORDOVA Y AURELIO JARAMILLO
c252	JESUS ISRAEL LLIGUI	BOLIVAR Y SUCRE
c022	WILSON IDROVO	BENIGNO MALO Y AZUAY
c050	ROSARIO CHIMBAY PALAGUACHI	MARISCAL SUBRE Y CUENCA EDIF. LA CURIA
c249	AGUSTIN ULISES CONTRERAS CABICEL	MATOVELLE Y SERRANO
c261	AGROCALIDAD	LUIS CORDERO O E/AURELIO JARAMILLO Y SAMUEL ABAD
c264	MERQUIAUTO SA. Quito motors	CHE GUEVARA Y AV. 16 DE ABRIL JUNTO A EMAPAL
c265	WILSON ROMERO	RIVERA Y SOLANO
c085	VERÓNICA PATRICIA CASTRO	BOLÍVAR Y TENEMAZA
c262	NANCY XIMENA LOPEZ	MATOVELLE Y SERRANO

ANEXO II

Cientes Corporativos Proyectados

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CLIENTES CORPORATIVOS				
Ref.	Latitud	Longitud	Descripción	Dirección
C001	0739328	9697411	Comercial Solis	Juan Bautista y Simon Bolivar
C002	0739377	9697434	Bomberos	Juan Bautista y Simon Bolivar
C003	0739493	9697490	Escuela Manuel Muñoz Cordero	Juan Bautista y Batalla de Ayacucho
C004	0739593	9697541	Colegio internacional	Francisco Carrasco y Oriente
C005	0739576	9697373	Colegio Juan Bautista Vazques	Oriente y Azuay
C006	0739514	9697355	Clinica San Martin	Azuay y Oriente
C007	0739483	9697337	6 departamento, 4 tiendas	Azuay y Oriente
C008	0739479	9697335	Registraduria de la propiedad, coop 125uberí azuayo	Azuay y Oriente
C009	0739469	9697330	Cooperativa de transporte mixto	Azuay y Oriente
C010	0739310	9697354	Edificio Calle	Julio Matovelle y Juan Bautista
C011	0739327	9697307	Banco del Austro	Julio Matovelle y Juan Bautista
C012	0739397	9697316	Banco de Guayaquil	Azuay y Batalla de Ayacucho
C013	0739454	9697307	Edificio de oficinas, 2 tiendas	Batalla de Ayacucho y Azuay
C014	0739504	9697271	IESS	Batalla de Ayacucho y Azuay
C015	0739642	9697311	Cañar TV	General Vintimilla y Oriente
C016	0739569	9697282	Federacion de Artesanos	General Vintimilla y Oriente

Anexos

C017	0739421	9697248	Edificio Calle e hijos (oficinas)	General Vintimilla y Batalla de Ayacucho
C019	0739422	9697248	Delgado Travel(edificio oficinas)	General Vintimilla y Batalla de Ayacucho
C020	0739405	9697244	Centro de Capacitaciones HELP	General Vintimilla y Batalla de Ayacucho
C021	0739402	9697247	4 departamentos, 3 tiendas (edificio)	General Vintimilla y Batalla de Ayacucho
C022	0739253	9697272	Movistar	Benigno Malo y Azuay
C023	0739222	9697276	Terminal terrestre	Azuay y Benigno Malo
C024	0739190	9697243	6 oficinas, 1 tienda	Azuay y Benigno Malo
C025	0739208	9697247	Hotel, 1 tienda	Azuay y Benigno Malo
C026	0739295	9697215	5 departamentos, 2 tiendas(edificio)	General Veintimilla y Benigno Malo
C027	0739339	9697230	6 departamentos, 2 tiendas (edificio)	General Veintimilla y Benigno Malo
C028	0739348	9697230	Vazcorp	General Veintimilla y Julio Matovelle
C029	0739353	9697231	Oficinas	General Veintimilla y Julio Matovelle
C030	0739333	9697293	5 departamentos, 1 tienda	Julio Matovelle y Azuay
C031	0739741	9697240	Policia Judicial de Cañar	Bartolome Serrano y Francisco carrasco
C032	0739557	9697189	Jardin de infantes Maria Montessori	Bartolome Serrano y Simon Bolivar
C034	0739471	9697235	3 departamentos, 2 tiendas, 3 oficinas	Batalla de Ayacucho y General Vintimilla
C035	0739473	9697235	4 departamentos, 2 tiendas	Batalla de Ayacucho y General Vintimilla
C036	0739476	9697220	Edificio Peñafiel	Batalla de Ayacucho y General Vintimilla
C037	0739481	9697210	4 departamentos, 2 tiendas	Batalla de Ayacucho y General Vintimilla
C038	0739389	9697169	1 departamento, 1 tienda, 5 oficinas	Bartolome Serrano y Julio Matovelle
C039	0739345	9697154	SRI	Bartolome Serrano y Julio Matovelle
C040	0739301	9697150	1 tienda, 3 oficinas	Bartolome Serrano y Julio Matovelle
C041	0739280	9697153	4 departamentos, 2 oficinas	Bartolome Serrano y Julio Matovelle
C042	0739220	9697145	3 departamentos, 2 tiendas	Bartolome Serrano y Benigno Malo
C043	0739236	9697144	Clinica Santa Marianita	Bartolome Serrano y Benigno Malo
C044	0739238	9697150	2 tiendas, 6 oficinas	Bartolome Serrano y Benigno Malo
C045	0739256	9697152	Internet banda ancha	Bartolome Serrano y Benigno Malo
C046	0739265	9697108	2 departamentos, 2 tiendas, 2 oficinas	Benigno Rivera y Bartolome Serrano
C047	0739270	9697096	Movistar	Benigno Rivera y Bartolome Serrano
C048	0739378	9697120	Municipio de Azogues (3 pisos)	Solano entre Matovelle y Bolívar
C049	0739370	9697106	Cyber	Solano ente Matovelle y Rivera
C050	0739349	9697097	Curia Diocesana, Abogados, Servientrega	Solano ente Matovelle y Rivera
C051	0739339	9697101	Registro Civil	Solano ente Matovelle y Rivera
C053	0739243	9697052	Edificio 4 pisos: Heraldo del Cañar y La Prensa	Solano entre Rivera y Luis Cordero
C054	0739266	9697064	Edificio 4 pisos: Abogados y Bienes Raíces	Solano entre Rivera y Luis Cordero
C055	0739207	9696998	Edificio 5 pisos: 4 de departamentos y 1 de negocios	Sucre entre 24 de Mayo y Luis Cordero
C056	0739234	9696994	Edificio 2 pisos: Abogados	Sucre entre Luis Cordero y Rivera
C057	0739252	9697004	Edificio 2 pisos: Agencia de Viajes	Sucre entre Luis Cordero y Rivera
C058	0739258	9697010	Edificio 5 pisos: 4 de departamentos y 1 de negocios	Sucre entre Luis Cordero y Rivera
C059	0739267	9697017	Agencia el Mercurio	Sucre entre Luis Cordero y Rivera
C060	0739280	9697023	Cooperativa Ahorro La Merced	Sucre entre Luis Cordero y Rivera

Anexos

C061	0739290	9697022	Movistar	Sucre entre Rivera y Matovelle
C062	0739356	9697039	Complejo Comercial B. Serrano	Sucre entre Rivera y Matovelle
C063	0739363	9697045	Edificio 4 pisos: 3 de Abogados 1 de negocios	Sucre entre Rivera y Matovelle
C064	0739377	9697050	Edificio 4 pisos: 3 de Abogados 1 de negocios	Sucre entre Rivera y Matovelle
C065	0739401	9697058	Consultorios Jurídicos (3 Consultorios Jurídicos y 2 Negocios)	Sucre entre Matovelle y Bolívar
C066	0739410	9697062	Mutualista Azuay	Sucre entre Matovelle y Bolívar
C067	0739427	9697066	Internet (Abogados e Internet)	Sucre entre Bolívar y E. Abad
C068	0739435	9697068	Abogados	Sucre entre Bolívar y E. Abad
C069	0739449	9697071	Edificio (3 Pisos: 2 de Departamentos 1 de Abogados, 1 de Negocios)	Sucre entre Bolívar y E. Abad
C070	0739453	9697073	Coordinación Provincial de Turismo (Además 2 pisos de Abogados y 1 de Negocios)	Sucre entre Bolívar y E. Abad
C071	0739479	9696971	Edificio (4 Pisos, 1 Cyber)	3 de Noviembre entre Bolívar y E. Abad
C072	0739481	9696967	Edificio (4 Pisos: 1 de Abogados, 3 de negocios)	3 de Noviembre entre Bolívar y E. Abad
C073	0739451	9696961	Edificio (4 Pisos: Consultorios Jurídicos y Negocios)	3 de Noviembre entre Bolívar y Matovelle
C074	0739448	9696962	Edificio (3 Pisos, 1 Cyber)	3 de Noviembre entre Bolívar y Matovelle
C075	0739385	9696954	Centro Comercial TIA	3 de Noviembre entre Rivera y Matovelle
C076	0739324	9696967	Banco Promerica (Además Radio Ondas Cañaris)	3 de Noviembre entre Rivera y Matovelle
C077	0739306	9696933	Edificio (6 Pisos: 5 de Departamentos y 1 de Internet)	3 de Noviembre entre Luis Cordero y Rivera
C078	0739199	9696905	UNE del Cañar	3 de Noviembre entre 24 de Mayo y Luis Cordero
C079	0739312	9696879	Dirección Provincial del Cañar	10 de Agosto entre Luis Cordero y Rivera
C080	0739302	9696872	Internet & Cabinas	10 de Agosto entre Luis Cordero y Rivera
C081	0739378	9696897	JEP	10 de Agosto entre Rivera y Matovelle
C082	0739524	9696830	Edificio Echeverría (4 Pisos)	Cacique Tenemaza entre E Abad y J J Olmedo
C083	0739500	9696829	Internet	Cacique Tenemaza entre E Abad y J J Olmedo
C084	0739475	9696837	Edificio (5 Pisos, Negocios)	Cacique Tenemaza entre Bolívar y E. Abad
C085	0739469	9696838	Edificio "Pasaje Calle"	Cacique Tenemaza entre J. Matovelle y Bolívar
C086	0739320	9696803	Internet	Cacique Tenemaza entre Luis Cordero y Rivera
C087	0739277	9696795	Edificio (4 Pisos, además Cyber)	Cacique Tenemaza entre Luis Cordero y Rivera
C088	0739245	9696778	Edificio (4 Pisos, además Movistar)	Cacique Tenemaza entre 24 de Mayo y Luis Cordero
C089	0739403	9696679	Agencia de Viajes	Gra. Enriquez entre Bolívar y B Rivera
C090	0739509	9695466	Sindicato de Choferes del cañar	Av. 24 de Mayo entre G. García M. y Homero Castanier
C091	0739539	9695552	Gasolinera Petrocomercial	Av. 24 de Mayo entre G. García M. y Homero Castanier
C092	0739529	9695599	Universidad José Peralta	Av. 24 de Mayo entre G. García M. y Homero Castanier
C093	0739555	9695663	Internet	Av. 24 de Mayo entre G. García M. y Homero Castanier
C094	0739439	9695946	Contraloría General del Estado	Av. 24 de Mayo entre Homero Castanier y AV de los Alcaldes
C095	0739431	9695964	Secretaria nacional del migrante Edificio en construcción	Av. 24 de Mayo entre Homero Castanier y calle s/n
C096	0739424	9695977	Centro Comercial Aki	Av. 24 de Mayo entre Homero Castanier y calle s/n

Anexos

C097	0739401	9696056	Edificio En construcción	Av. 24 de Mayo entre Homero Castanier y calle s/n
C098	0739295	9696397	Movistar	Av. 24 de Mayo entre Samuel Abad y Av. Aurelio Jaramillo
C099	0739237	9696378	Comando Provincial del Cañar #15 y Unidad de Investigación de Accidentes de Tránsito	Av. 24 de Mayo y Samuel Abad
C100	0739277	9696459	Escuela UNESCO y Ciudad de Azogues	Av. 24 de Mayo entre Samuel Abad y Av. Aurelio Jaramillo
C101	0739259	9696463	Gasolinera Primax	Av. 24 de Mayo entre Samuel Abad y Av. Aurelio Jaramillo
C102	0739258	9696533	Cruz Roja	Av. 24 de Mayo entre Av. Aurelio Jaramillo y Gra. Alberto Enriquez
C103	0739238	9696585	Edificio (5 pisos: 3 de Departamentos 2 de negocios)	Av. 24 de Mayo entre Av. Aurelio Jaramillo y Gra. Alberto Enriquez
C104	0739210	9696671	Edificio (3 Pisos: Negocios)	Av. 24 de Mayo entre Gra. Alberto Enriquez y Cacique Tenemaza
C105	0739181	9696715	Edificio (3 Pisos: Negocios)	Av. 24 de Mayo entre Gra. Alberto Enriquez y Cacique Tenemaza
C106	0739176	9696727	Edificio (4 Pisos: Negocios)	Av. 24 de Mayo entre Gra. Alberto Enriquez y Cacique Tenemaza
C107	0739173	9696733	Edificio (6 Pisos: Negocios)	Av. 24 de Mayo entre Gra. Alberto Enriquez y Cacique Tenemaza
C108	0739169	9696756	Gasolinera "Azogues"	Av. 24 de Mayo entre Gra. Alberto Enriquez y Cacique Tenemaza
C109	0739140	9696841	Hotel Rivera 4 Pisos	Av. 24 de Mayo entre 10 de Agosto y 3 de Noviembre
C110	0739144	9696880	Edificio 4 Pisos: Negocios	Av. 24 de Mayo entre 10 de Agosto y 3 de Noviembre
C111	0739125	9696930	Clinica Pasteur 4 Pisos	Av. 24 de Mayo entre 3 de Noviembre y Sucre
C112	0739108	9697164	Edificio "Casino" 6 pisos: 5 de Departamentos 1 de negocios	Av. 24 de Mayo entre Solano y Azuay
C113	0739113	9697198	Edificio 5 pisos: Departamentos y negocios	Av. 24 de Mayo entre Serrano y Azuay
C114	0739117	9697208	Cámara de Comercio	Av. 24 de Mayo entre Serrano y Azuay
C115	0739131	9697262	Ferretería Continental	Av. 24 de Mayo y Azuay
C116	0739176	9698330	Guapán	Trajano Carrasco Baquero
C117	0738942	9697162	Hospital Homero Castanier	Av. Andrés Córdova e Imbabura
C118	0738934	9697061	Edificio 6 Pisos: Departamentos y Negocios	Av. Andrés Córdova entre Imbabura y Cotopaxi
C119	0738902	9696847	Escuela Dolores Sucre	Av. Andrés Córdova entre Machala y Napo
C120	0738906	9696837	Ministerio de Relaciones Laborales 6 Pisos	Av. Andrés Córdova entre Machala y Napo
C121	0738913	9696708	Internet & Cabinas	Av. Andrés Córdova entre H. Rodríguez y Sarmiento
C122	0738979	9696453	Edificio "La Playa"	Av. Andrés Córdova entre calle s/n y Adolfo Palomeque
C123	0739040	9696285	Unidad Educativa UNE	Av. Andrés Córdova y Adolfo Palomeque
C124	0739056	9696199	MegaHierro	Av. Andrés Córdova y Adolfo Palomeque
C125	0738838	9696619	Consejo Nacional Electoral Delegación Cañar	A. Sarmiento entre Av. 16 de Abril y David Mogrovejo
C126	0739005	9696732	Mercado Polibio Sacoto	Av. Ignacio Neira entre 10 de Agosto y Gral Enriquez
C127	0739074	9696596	Edificio 5 Pisos, Doctores, Academia Musical	Av. Ignacio Neira y Gral Enriquez
C128	0739140	9696305	Cooperativa Policía Nacional	Av. Ignacio Neira y J Mejía
C129	0739452	9695437	Mirasol	Av. 24 de Mayo y G. García Moreno
C130	0739221	9696511	Edificio 3 Pisos Negocios	Augusto Sacoto entre A. Jaramillo y A Enriquez

Anexos

C131	0739205	9696588	Ministerio de Transporte	Augusto Sacoto entre A. Jaramillo y A Enriquez
C132	0739145	9696651	Centro comercial "La Bahía"	Camilo Ponce entre Gral. Ramírez y 10 de Agosto
C133	0739111	9696773	Cooperativa de Ahorro del Migrante	Camilo Ponce entre Gral. Ramírez y 10 de Agosto
C134	0739096	9696818	Cabinas y Banco del Barrio	Camilo Ponce entre 10 de Agosto y 3 de Noviembre
C135	0739041	9696789	Edificio 3 Pisos Negocios	Camilo Ponce entre 10 de Agosto y 3 de Noviembre
C136	0739488	9696072	Edificio 4 Pisos Negocios	Av. De Los Alcaldes
C137	0739491	9696073	Edificio 5 Pisos Negocios	Av. De Los Alcaldes
C138	0739720	9696758	Radio Santa María	4 de Noviembre y Cnel Francisco Carrasco
C139	0739561	9696902	Edificio 4 Pisos además Internet	Av. De la Virgen entre Cnel. Francisco Carrasco y E. Abad
C140	0739573	9696578	Edificio 5 Pisos: Departamentos	J. J. Olmedo y Chapera
C141	0739577	9696528	Edificio 5 Pisos: Departamentos	J. J. Olmedo entre Puruaes y Caspicara
C142	0739405	9696395	Edificio 4 Pisos Negocios	S. Abad entre Bolívar y E Abad
C143	0739417	9696397	Hotel "Caesar Palace" 4 Pisos	S. Abad entre Bolívar y E Abad
C144	0739397	9696511	Edificio 5 Pisos	Bolívar entre S. Abad y Aurelio Jaramillo
C145	0739437	9696448	Jardín Alonso Torres	Bolívar entre S. Abad y Aurelio Jaramillo
C146	0739448	9696455	Edificio 4 Pisos	Bolívar y S. Abad
C147	0739460	9696561	Edificio 5 Pisos	Emilio Abada y Aurelio Jaramillo
C148	0739167	9695759	EMAPAL	Av. Che Guevara
C149	0739200	9695728	Universidad Católica	Av. Che Guevara
C150	739255	9696349	Centro de Salud N°1	Samuel Abad entre Augusto Sacoto y 24 de Mayo
C151	0738913	9692855	Sede "Colegio de Medicos"	
C152	0739083	9693031	Escuela Emilia Merchan	
C153	0739408	9694135	Centro Educativo Español	
C154	0739426	9694241	Colegio Santa Marianita de Borrero	
C155	0739624	9694951	Colegio Vicente Cabrera Vega	
C156	0739671	9696075	sede "Colegio de Arquitectos"	
C157	0738961	9697495	Colegio Roberto Rodas	
C158	0738799	9697696	129uberí Psicopedagogico Aleman	
C159	0738508	9697336	Centro de Rehabilitacion social	
C160	0738589	9697961	Instituto de Educacion Especial	
C161	0739325	9697536	Instituto Superior Pedagogico Luis Cordero	
C162	0739984	9698153	Escuela Abdon Calderon Muñoz	
C163	0740128	9698374	Jardin de infantes Rvdo. Rafael Tapia	
C164	0740905	9697812	Colegio Carlos Lenin Avila	
C165	0741042	9697896	Escuela Quito #9	
C166	0741072	9697961	Jardin de infantes Manuelita Saens	
C167	0740630	9697607	Academia Militar San Francisco de Azogues	
C168	0739368	9697321	Banco de Fomento	Azuay y Bolívar
C169	0739365	9697316	Edificio Alli Pushak, 3 oficinas y RapiPagos	Azuay y Bolívar

Anexos

C170	0739367	9697301	Sindicato de Choferes	Bolívar entre Azuay e Ignacio de Vintimilla
C171	0739377	9697289	Movistar	Bolívar entre Azuay e Ignacio de Vintimilla
C172	0739374	9697255	Lan Chile Western Union	Bolívar entre Azuay e Ignacio de Vintimilla
C173	0739415	9697172	Banco Bolivariano	Bolívar entre Bartolomé Serrano y Solano
C174	0739421	9697158	Gobernación (Intendencia, Comisaria, Correos del Ecuador)	Bolívar entre Bartolomé Serrano y Solano
C175	0739414	9697158	Cyber	Bolívar entre Bartolomé Serrano y Solano
C176	0739420	9697117	Coopac Austro	Bolívar entre Solano y Sucre
C177	0739433	9697107	Movistar	Bolívar entre Solano y Sucre
C178	0739443	9697013	Fiscalía	Bolívar entre Sucre y 3 de Noviembre
C179	0739454	9696931	Centro de Desarrollo Empresarial	Bolívar entre 3 de Noviembre y 10 de Agosto
C180	0739455	9696922	Banco del Pacífico	Bolívar entre 10 de Agosto y Cacique Tenemaza
C181	0739462	9696914	Banco Internacional	Bolívar entre 10 de Agosto y Cacique Tenemaza
C182	0739463	9696895	Cooperativa de ahorro y crédito Sumak yari	Bolívar entre 10 de Agosto y Cacique Tenemaza
C183	0739459	9696818	Miduvi	Bolívar entre Cacique Tenemaza y General Alberto Enriquez
C184	0739447	9696758	Ministerio del Ambiente	Bolívar entre Cacique Tenemaza y General Alberto Enriquez
C185	0739417	9696605	Centro de estudios London	Bolívar entre General Alberto Enriquez y Aurelio Jaramillo
C186	0739414	9696598	Casa de la Cultura	Bolívar entre General Alberto Enriquez y Aurelio Jaramillo
C187	0739414	9696561	Centro de estudios The New American English	Bolívar y Aurelio Jaramillo esq.
C188	0739343	9696544	Gobierno Provincial del Cañar	Luis Cordero entre Aurelio Jaramillo y General Alberto Enriquez
C189	0739294	9696592	Complejo Automotriz . E Palomeque./ Instituto Tecnológico L.R. Gonzalez	Luis Cordero entre General Alberto Enriquez y Cacique Tenemaza
C190	0739279	9696707	Federación Deportiva del Cañar	Luis Cordero entre General Alberto Enriquez y Cacique Tenemaza
c193			Escuela Emilio Abad	
C194	0739204	9696996	La Salle	Luis Cordero entre Sucre y Solano
C195	0739191	9697043	Dirección Provincial de Educación	Luis Cordero entre Solano y Bartolomé Serrano
C196	0739178	9697087	MIES	Luis Cordero entre Solano y Bartolomé Serrano
C197	0739463	9697155	Corte Suprema de justicia	Emilio Abad entre Bartolomé Serrano y Solano
C198	0739470	9697127	Ministerio de Salud	Emilio Abad entre Solano y Sucre
C199	0739481	9697077	Mutualista Pichincha	Emilio Abad entre Sucre y 3 de Noviembre
C200	0739493	9697047	Movistar- Austra TV	Emilio Abad entre Sucre y 3 de Noviembre
C201	0739453	9696602	Colegio Gricelda Quezada	Emilio Abad entre Vicente Maldonado y José Peralta
C202	0739475	9697183	Unidad Educativa La Providencia	Bartolome Serrano y Emilio Abad
C203	739604	9696747	INNFA	Luis cordero y Fray 130ubería Solano
C204	738966	9696722	Centro 130ubería130 cantonal	Ignacio Neira y 10 de Agosto
C205	739245	9696712	Defensoria del pueblo	Luis Cordero y G. Alberto Enriquez
C206	739254	9696679	Federacion deportiva del Cañar	G. Albero Enriquez y luis cordero
C207	738859	9697534	Federacion deportiva del Cañar(2)	Humberto Vicuña y Vicente Cabrera

Anexos

C208	739379	9696520	Empresa electrica	Bolivar y Aurelio Jaramillo
C209	739312	9696726	Intituto 131ubería luis 131ubería gonzalez	Luis Cordero y G. Alberto Enriquez
C210	739361	9696776	Banco del pichincha	Benigno Rivera y Cacique Tenemaza
C211	739352	9696869	Ministerio de cultura	10 de Agosto y Benigno Rivera
C212	739624	9696810	Sindicato de obreros	Av. De la Virgen y 4 de Noviembre
C213	739665	9696765	Mercado san francisco	4 de Noviembre y Atahualpa
C214	739604	9696747	INNFA(2)	Atahualpa y Joaquin de Olmedo
C215	739437	9696313	Colegio de contadores del cañar	Juan Montalvo y Emilio Abad
C216	739363	9695817	Ministerio de 131ubería131a 131ubería131a y social	Miguel de Santiago y Hno Miguel
C217	739264	9695717	Terminal Terrestre (2)	Av. Ernesto Che Guevara
C218	739350	9695587	Cuerpo de Bomberos Azogues	Av. Ernesto Che Guevara
C219	738869	9696334	Estacion de servicio el recreo	Luis Monsalve pozo y Adolfo Palomeque
C220	738924	9696099	Gasolinera Petrocomercial	Luis Monsalve pozo y C S/N
C221	738742	9695928	Centro de salud Bolivia	Arturo Cuesta Heredia
C222	739028	9696543	Talleres del consejo Provincial	Ignacio Neira y Alberto Enriquez
C223	739037	9696584	Conadis	Ignacio Neira y Alberto Enriquez
C224	739406	9696976	Banco del austro(2)	Julio Matovelle y 3 de Noviembre
C225	739632	9697042	Escuela Jose B. Pacheco	3 de Noviembre y 4 de Noviembre
C226	739593	9697030	Escuela de niñas naciones unidas	Guayas y 3 de noviembre
C227	739859	9696777	Seminario Franciscano	San Francisco y Manuel Agustin
C228	739744	9696775	Unidad educativa franciscana san diego de alcalá	4 de Noviembre y Av Francisco Carrasco.
C229	738546	9696626	Escuela carlos 131uberí minchala	Calle del Maestro y CS/N
C230	738348	9696446	Colegio a distancia la salle	Calle del Maestro
C231	740072	9697229	Hospital del IESS	Miguel Heredia y los Cañaris
C232	740142	9697291	Escuela 4 de noviembre	Miguel Heredia Crespo
C233	740550	9697562	Colegio de ing. Civiles de cañar	P. Armando Fajardo e Ignacio de Vintimilla
C234	738816	9697379	Centro de cultura municipal de azogues	Alberto Ochoa y 16 de Abril
C235	738898	9697721	Mercado sucre	Humberto Vicuña y Luis Ariosto
C236	739019	9697809	Primax	Av. 24 de Mayo
C237	738690	9697557	Coca cola	Vicente Aurelio Crespo y 16 de Abril
C238	738984	9697909	Horfanato hogar para todos	24 DE MAYO y Trajano Carrasco Baquero
C239	739627	9693638	Escuela Leonidas garcia	Batalle de Pichincha y Eloy Alfaro
C240	739248	9693604	Subcentro de salud Borrero	CS/N y Jose Peralta
C241	741325	9698109	Subcentro de salud Bayas	Via al señor de flores
C242	739662	9695274	Guarderia Lolita Andrade Infa	C. Garcia Moreno
C243	739529	9695472	Centro Integrado de Desarrollo Infantil Paraiso 3	Homero Castanier y Honorato vazquez
C244	739632	9694971	Policia Judicial(2)	Av Jose peralta y CS/N
C245			CNT	
c271	0738876	9696619	Centro de Movilización del Cañar	David Mogrovejo entre A. Samiento y H Rodríguez

Anexos

ANEXO III

Simbología Proporcionada por la CNT EP

ANEXO 1-GPON
 SIMBOLOGÍA DE PLANTA EXTERNA
 1era. REVISIÓN

REVISIÓN NÚMERO DE
 MODIFICACIONES

DESCRIPCIÓN	PROYECTADO	EXISTENTE
RACK DE PISO 9"x20"		
OLT DE DISTRIBUIDOR		
ARMARIO FTTH		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA AÉREA		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DOBLE CONECTOR		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DE PISO		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA SUBTERRÁNEA		
EDIFICIO CON RED GPON		
EMPALME DE FIBRA		
EMPALME DE FIBRA Y SPLITTER		
FIBRA ÓPTICA		
ONT (ABONADO)		
ROSETA ÓPTICA		
SPLITTER DE UNA ENTRADA		
SPLITTER DE DOS ENTRADAS		
HILDS DE RESERVA DE FIBRA		
ODF-REDES GPON		

Anexos

ANEXO 1-COBRE SIMBOLOGÍA DE PLANTA EXTERNA 2da. REVISIÓN

Elaborado por:
Ingeniero Juan, 20

DESCRIPCION	EXISTENTE	PROYECTADO	DESMONTAJE
TIERRA EN CAJA DE DISPERSION			
TIERRA EN ARMARIO			
CRUCE AMERICANO TIPO 1			
HERRAJE TERMINAL TIPO A			
HERRAJE DE PASO (TIPO B) TIPO B			
1g, 2g, 3g, 4g Estr. de 1, 2, 3, 4, etc. ganchos terminales			
ESTRUCTURA DE REFUEZO A ANTERIORES			
POZO DE MANDO			
POZO O CAMARA			
AMPLIACION DE POZO O CAMARA			
CANALIZACION			
Ocupacion CANALIZACION 2 vias			
Ocupacion CANALIZACION 4 vias			
Ocupacion TRIDUCTO			
ABONADO DEMANDA RURAL			
ABONADO DEMANDA URBANA			
DESCRIPCION DEMANDA RURAL			
DESCRIPCION DEMANDA URBANA			
DEMANDA URBANA O RURAL GRUPAL			
BASE DE HORMIGON PARA ARMARIO DE DISTRIBUCION			
SUBIDA A PARED (CANALIZACION)			
SUBIDA A PARED (CABLES)			
SUBIDA A PARED (FIBRA OPTICA)			
SUBIDA A POSTE (CANALIZACION)			
SUBIDA A POSTE (CABLES)			
SUBIDA A POSTE (FIBRA OPTICA)			
REESTACION DE TRANSFORMACION			
ANTENA DE UN TRANSFORMADOR DE RECUPERACION			
CAN. DE REVISION DE AGUAS SERVIDAS			
CAN. DE REVISION DE ENERGIA ELECTROICA			
CAN. DE REVISION DE AGUA POTABLE			
ALFARJADO			
HEBRANTE			
ARJOL			
GRANJA			
PUNTE			
ORTE			

Anexos

ANEXO 1-COBRE SIMBOLOGIA DE PLANCHA EXTERNA 2da. REVISIÓN

Modificado por:
Fecha: 01/01/10

DESCRIPCION	EXISTENTE	PROYECTADO	DESMONTAJE
DISTRIBUIDOR			
TERMINAL DE DATOS			
MULTIPLEXOR			
PLATAFORMA MULTISERVICIOS INDOOR			
PLATAFORMA MULTISERVICIOS OUTDOOR			
ARMARIO DE DISTRIBUCION			
CAPACIDAD DE ARMARIO			
POSTE DE HORMIGON ARMADO (CIRCULAR Y CUADRAO)			
POSTE DE MADERA TRATADA			
RETENIDA A TIERRA COMPLETO			
RETENIDA A TIERRA ALTA Y BAJA TENSION			
RETENIDA A TIERRA ALTA TENSION			
RETENIDA A TIERRA SOLO CABLE			
RETENIDA FARDOL			
RIENDA			
RETENIDA POSTE-PARED			
RIENDA POSTE A POSTE			
CAJA DE DISPERSION EN POSTE			
CAJA DE DISPERSION MURAL O ADOSADA			
CAJA DE DISPERSION EMPOTRADA (O MINIPOSTE)			
BLOQUE DE CONEXION INTERIOR (EDIFICIOS) DE n PARES			
CABLE TELEFONICO MULTIPAR AEREO			
CABLE TELEFONICO MULTIPAR SUBTERRANEO			
CABLE TELEFONICO MULTIPAR MURAL			
BLOQUE PRIMARIO DE ARMARIO			
BLOQUE SECUNDARIO DE ARMARIO			
REGLETA DE DISTRIBUIDOR			
RUTA DE CABLE PRIMARIO			
RESERVA DE n PARES			
HABILITACION DE RESERVA			
EMPALME AEREO EN CABLE DE COBRE			
EMPALME MURAL EN CABLE DE COBRE			
EMPALME SUBTERRANEO EN CABLE DE COBRE			
EMPALME AEREO A SER ABIERTO EN CABLE DE COBRE			
EMPALME MURAL A SER ABIERTO EN CABLE DE COBRE			
EMPALME SUBTERRANEO A SER ABIERTO EN CABLE DE COBRE			
EMPALME AEREO POR FUSION DE FIBRA OPTICA			
EMPALME SUBTERRANEO POR FUSION DE FIBRA OPTICA			
EMPALME TERMINAL O BOTELLA			
ESTRUCTURA RETENSION DE FIBRA			
ESTRUCTURA DE PASO DE FIBRA			
ICOND-POZO CANARA/# POZO			
RESERVA DE FIBRA			

Anexos

ANEXO IV VOLUMENES DE OBRA

VOLUMENES DE OBRA							
CANALIZACIÓN							
CENTRAL: -							
ZONA: 2							
ITEM	UNIDAD DE PLANTA			U	CANTIDAD	PRECIO	
						UNITARIO	TOTAL
CC1	AMPLIACION POZO ACERA	48 A 100 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.347,66	\$ -
CC2			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.369,52	\$ -
CC3			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.391,40	\$ -
CC4		48 A 80 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.010,11	\$ -
CC5			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.032,00	\$ -
CC6			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.053,86	\$ -
CC7		80 A 100 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.324,69	\$ -
CC8			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.346,55	\$ -
CC9			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.368,43	\$ -
CC10	AMPLIACION POZO CALZADA	48 A 80 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.146,56	\$ -
CC11			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.168,24	\$ -
CC12			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.189,90	\$ -
CC13		48 A 100 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.558,76	\$ -
CC14			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.580,44	\$ -
CC15			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.602,10	\$ -
CC16		80 A 100 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.535,50	\$ -
CC17			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.557,18	\$ -
CC18			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.578,85	\$ -
CS1	ARENA			m ³		\$ 31,43	\$ -
CS2	BASE DE HORMIGÓN PARA ARMARIO (INCLUIDO ACCESO AL POZO)			U	15,00	\$ 82,15	\$ 1.232,25
CS3	BIDUCTO (EN CANALIZACIÓN EXISTENTE)			m		\$ 3,63	\$ -
CS4	BOQUILLA			U		\$ 22,90	\$ -
CS5	BORDILLO			m		\$ 23,98	\$ -
CC19	CANALIZACION	ACERA	2 VIAS	m		\$ 20,96	\$ -
CC20			4 VIAS	m		\$ 39,54	\$ -
CC21			4 VIAS + TRIDUCTO	m	0,00	\$ 44,77	\$ -
CC22			8 VIAS	m		\$ 70,72	\$ -
CC23			12 VIAS	m		\$ 103,05	\$ -
CC24			16 VIAS	m		\$ 132,64	\$ -
CC25			20 VIAS	m		\$ 164,76	\$ -
CC26			24 VIAS	m		\$ 194,71	\$ -
CC27			2 VIAS	m		\$ 23,59	\$ -
CC28			4 VIAS	m		\$ 41,94	\$ -
CC29			4 VIAS + TRIDUCTO	m	0,00	\$ 47,18	\$ -

Anexos

CC30		CALZADA	8 VIAS	m		\$ 74,58	\$ -
CC31			12 VIAS	m		\$ 106,76	\$ -
CC32			16 VIAS	m		\$ 136,35	\$ -
CC33			20 VIAS	m		\$ 169,24	\$ -
CC34			24 VIAS	m		\$ 199,71	\$ -
CS6	DERROCAMIENTO DE LOSA DE CUBIERTA DE POZO Y DESALOJO			m ³		\$ 38,47	\$ -
CS7	DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERÍA DE POZO Y DESALOJO			m ²		\$ 6,73	\$ -
CS8	DESALOJO DE ESCOMBROS			m ³		\$ 5,37	\$ -
CS9	DESBANQUE Y DESALOJO			m ³		\$ 5,13	\$ -
CS10	ENLUCIDO DE PAREDES			m ²		\$ 7,26	\$ -
CS11	EXCAVACIÓN	CONGLOMERADO ROCOSO Y DESALOJO		m ³		\$ 47,33	\$ -
CS12		GRAVA		m ³		\$ 13,93	\$ -
CS13		ROCA Y DESALOJO		m ³		\$ 177,89	\$ -
CS14		SUBIDA Y DESALOJO		m		\$ 3,83	\$ -
CS15		TIERRA		m ³		\$ 8,63	\$ -
CS16	GRAVA O RIPIO			m ³	0,00	\$ 26,93	\$ -
CS17	HIERRO 12MM			KG		\$ 2,31	\$ -
CS18	HORMIGÓN	FC= 180 KG/CM ²		m ³		\$ 101,87	\$ -
CS19		FC= 210 KG/CM ²		m ³		\$ 109,19	\$ -
CS20	LADRILLO			U		\$ 0,29	\$ -
CS21	LEVANTAMIENTO DE LA CANALIZACIÓN Y DE LOS CABLES			POZO		\$ 4,00	\$ -
CS22	LEVANTAMIENTO DE TAPA DE POZO			U	0,00	\$ 51,48	\$ -
CS23	LIMPIEZA DE DUCTO Y COLOCACIÓN DE GUÍA			m	0,00	\$ 1,16	\$ -
CS24	LIMPIEZA DE POZO Y DESALOJO			U	0,00	\$ 55,00	\$ -
CS25	LOSA DE CUBIERTA DE POZO			m ³		\$ 157,99	\$ -
CS26	LOSA DE PISO DE POZO			m ³		\$ 75,33	\$ -
CS27	MAMPOSTERÍA DE POZO			m ²		\$ 33,88	\$ -
CS28	MONODUCTO (DENTRO DE CANALIZACIÓN)			m		\$ 2,18	\$ -
CS29	MORTERO 1:2			m ³		\$ 95,84	\$ -
CS30	MORTERO 1:3			m ³		\$ 112,87	\$ -
CS31	PINTURA DE TRÁFICO PARA TAPAS DE HIERRO			GL		\$ 6,42	\$ -
CC35	POZO ACERA	100 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.524,10	\$ -
CC36			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.545,96	\$ -
CC37			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.567,83	\$ -
CC38		80 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U	0,00	\$ 1.186,45	\$ -
CC39			3 CONVERGENCIAS	U	0,00	\$ 1.208,34	\$ -
CC40			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.230,20	\$ -
CC41		48 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U	0,00	\$ 791,71	\$ -
CC42			3 CONVERGENCIAS	U	0,00	\$ 818,28	\$ -

Anexos

CC43			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 844,89	\$ -
CC44	POZO CALZADA	100 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.739,95	\$ -
CC45			3 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.761,63	\$ -
CC46			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 1.783,30	\$ -
CC47			80 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U	0,00	\$ 1.327,80
CC48		3 CONVERGENCIAS		U	0,00	\$ 1.344,84	\$ -
CC49		4 CONVERGENCIAS		U		\$ 1.371,15	\$ -
CC50		48 BLOQUES	2 CONVERGENCIAS	U	0,00	\$ 873,01	\$ -
CC51			3 CONVERGENCIAS	U	0,00	\$ 899,62	\$ -
CC52			4 CONVERGENCIAS	U		\$ 926,21	\$ -
CC53		POZO DE MANO			U	0,00	\$ 100,22
CS32	PROTECCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO PARA ARMARIO			U	15,00	\$ 231,06	\$ 3.465,90
CS33	PROTECCIÓN DE TAPA DE POZO CON HORMIGÓN			U		\$ 40,00	\$ -
CS34	PROTECCIÓN DE TAPA DE POZO CON PERNO Y SUELDA			U		\$ 18,86	\$ -
CS35	RECONSTRUCCIÓN DE BOQUILLA			U	0,00	\$ 37,80	\$ -
CS36	RELLENO Y COMPACTACIÓN			m ³		\$ 4,52	\$ -
CC54	REPARACIÓN DE DUCTO	HORMIGÓN	(ACERA)	U		\$ 42,53	\$ -
CC55			(CALZADA)	U		\$ 52,77	\$ -
CC56		PVC	(ACERA)	U	0,00	\$ 42,53	\$ -
CC57			(CALZADA)	U	0,00	\$ 43,99	\$ -
CS37	REPOSICIÓN	ACERA Y MASILLADO		m ²		\$ 14,05	\$ -
CS38		ADOQUÍN DE CEMENTO		m ²		\$ 9,31	\$ -
CS39		ADOQUÍN DE PIEDRA		m ²		\$ 15,64	\$ -
CS40		ASFALTO		m ²		\$ 39,72	\$ -
CS41		BALDOSA		m ²		\$ 18,86	\$ -
CS42		CÉSPED		m ²		\$ 2,31	\$ -
CS43		EMPEDRADO		m ²		\$ 5,85	\$ -
CS44		MAYÓLICA O GRES		m ²		\$ 25,00	\$ -
CS45		REVESTIMIENTO		m ²		\$ 8,97	\$ -
CS46		RETIRO DE BASE DE HORMIGÓN PARA ARMARIO			U		\$ 22,58
CS47	ROTURA	ACERA Y DESALOJO		m ²		\$ 6,98	\$ -
CS48		ADOQUÍN DE CEMENTO		m ²		\$ 1,77	\$ -
CS49		ADOQUÍN DE PIEDRA		m ²		\$ 2,65	\$ -
CS50		ASFALTO Y DESALOJO		m ²		\$ 6,53	\$ -
CS51		BALDOSA Y DESALOJO		m ²		\$ 5,30	\$ -
CS52		CÉSPED		m ²		\$ 1,06	\$ -
CS53		EMPEDRADO		m ²		\$ 1,33	\$ -
CS54		MAYÓLICA O GRES, Y DESALOJO		m ²		\$ 5,30	\$ -
CS55		PISO DE POZO		m ³		\$ 28,58	\$ -
CS56		REVESTIMIENTO Y DESALOJO		m		\$ 2,65	\$ -
CC58	ROTURA Y REPOSICION	ACERA		m ²	35,80	\$ 21,03	\$ 752,87

Anexos

CC59		ADOQUIN CEMENTO	m ²		\$ 11,08	\$ -
CC60		ADOQUIN PIEDRA	m ²	0,00	\$ 18,29	\$ -
CC61		ASFALTO	m ²	6,00	\$ 46,24	\$ 277,44
CC62		BALDOSA	m ²	0,00	\$ 24,17	\$ -
CC63		CESPED	m ²		\$ 3,37	\$ -
CC64		EMPEDRADO	m ²		\$ 7,19	\$ -
CC65		MAYOLICA O GRES	m ²		\$ 30,30	\$ -
CC66		REVESTIMIENTO	m ²		\$ 11,61	\$ -
CS68	ROTURA DE CALZADA DE HORMIGON Y DESALOJO h=0,20 mts		m ²		\$ 5,34	\$ -
CS57	SELLADOR DE DUCTO		U		\$ 21,78	\$ -
CS58	SEPARADOR PLÁSTICO		U		\$ 1,28	\$ -
CC67	SUBIDA EXCAVACION Y DESALOJO		U	0,00	\$ 3,83	\$ -
CC68	SUBIDA MANGUERA		m	9,00	\$ 2,88	\$ 25,92
CS59	SUELDA DE TAPA DE POZO		U		\$ 6,30	\$ -
CS60	TAPA DE CEMENTO DE 60X40 CM		U		\$ 51,83	\$ -
CS61	TAPA DE POZO		U		\$ 171,47	\$ -
CS62	TAPÓN CIEGO PARA DUCTO (4'')		U		\$ 16,53	\$ -
CS63	TAPÓN CIEGO PARA TRIDUCTO (1/ 1/4'')		U	0,00	\$ 5,31	\$ -
CS64	TAPÓN SIMPLE PARA FIBRA ÓPTICA (TAPÓN GUÍA 1 1/4'')		U	0,00	\$ 10,67	\$ -
CS65	TAPÓN TRIFURCADO PARA DUCTO		U	0,00	\$ 32,26	\$ -
CS66	TRIDUCTO (EN CANALIZACIÓN EXISTENTE)		m	4695,73	\$ 5,75	\$ 27.000,45
CS67	TUBERÍA DE PVC	110 X 2.7 MM (NORMA INEN 1869)	m		\$ 6,74	\$ -
TOTAL						\$ 32.754,83

Anexos

ITEM		UNIDAD DE PLANTA		U	CANTIDAD	PRECIO	
						UNITARIO	TOTAL
CENTRAL:							
ZONA:							
		VOLUMENES DE OBRA					
		FIBRA ÓPTICA					
							
FO1	CAJA DE PASO DE FIBRA OPTICA DE 12 HILOS			U		\$ 65,78	\$ -
FO2	DESMONTAJE DE CABLE AÉREO DE FBRA ÓPTICA DE 6, 12, 48 Y 96 HILOS ADSS/FFIG 8			m		\$ 0,20	\$ -
FO3	DESMONTAJE DE CABLE CANALIZADO DE FIBRA ÓPTICA DE 6, 12, 24, 48 Y 96 HILOS			m		\$ 0,20	\$ -
FO40	SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSION	6 FIBRAS ÓPTICAS		U		\$ 282,70	\$ -
FO37		12 FIBRAS ÓPTICAS		U	29,00	\$ 322,04	\$ 9.339,16
FO38		24 FIBRAS ÓPTICAS		U	17,00	\$ 413,17	\$ 7.023,89
FO39		48 FIBRAS ÓPTICAS		U	23,00	\$ 487,88	\$ 11.221,24
FO41		96 FIBRAS ÓPTICAS		U	0,00	\$ 754,90	\$ -
FO47		FAROL PARA CABLE DE FIBRA OPTICA			U		\$ 46,99
FO48	TIPO A PARA CABLE DE FIBRA OPTICA ADSS			U		\$ 9,99	\$ -
FO49	TIPO A + THIMBLE CLEVIS PARA CABLE DE FIBRA OPTICA ADSS			U	139,00	\$ 31,89	\$ 4.432,71
FO51	TIPO B (GRILLETE) PARA CABLE DE FIBRA OPTICA ADSS			U		\$ 10,29	\$ -
FO52	TIPO B (CONICO) PARA CABLE DE FIBRA OPTICA ADSS			U	209,00	\$ 16,64	\$ 3.477,76
FO50	TIPO A PARA CABLE FIBRA OPTICA FIGURA 8			U		\$ 10,80	\$ -
FO53	TIPO B PARA CABLE FIBRA OPTICA FIGURA 8			U		\$ 7,89	\$ -
FO4	IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO 8x4 CM			U	683,00	\$ 5,17	\$ 3.531,11
FO5	IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA OPTICA AEREO 12X6 CM			U	870,00	\$ 5,80	\$ 5.046,00
FO6	ACOPLADOR	FC/PC		U		\$ 5,23	\$ -
FO7	ACOPLADOR	SC		U		\$ 5,36	\$ -
FO8	ACOPLADOR	ST		U		\$ 5,23	\$ -
FO9	CAJA OPTICA DE 2 PUERTOS			U	2833,00	\$ 28,45	\$ 80.598,85
FO10	CAJA OPTICA DE 4 PUERTOS			U		\$ 44,05	\$ -
FO12	MANGUERA CORRUGADA			m	150,00	\$ 1,72	\$ 258,00
FO19	ODF 6 PUERTOS	G.652		U		\$ 301,49	\$ -
FO20	ODF 6 PUERTOS	G.655		U		\$ 313,69	\$ -
FO13	ODF 12 PUERTOS	G.652		U		\$ 375,49	\$ -
FO14	ODF 12 PUERTOS	G.655		U		\$ 384,93	\$ -
FO15	ODF 24 PUERTOS	G.652		U	1,00	\$ 532,43	\$ 532,43
FO16	ODF 24 PUERTOS	G.655		U		\$ 544,56	\$ -
FO17	ODF 48 PUERTOS	G.652		U		\$ 982,32	\$ -
FO18	ODF 48 PUERTOS	G.655		U		\$ 1.026,79	\$ -
FO21	ODF 96 PUERTOS	G.652		U	4,00	\$ 1.844,13	\$ 7.376,52
FO22	ODF 96 PUERTOS	G.655		U		\$ 1.950,73	\$ -

Anexos

FO23		PORTA RESERVAS DE FIBRA EN GALERIA DE CABLES	U	5,00	\$ 14,48	\$ 72,40	
FO24		PORTA RESERVAS FIBRA OPTICA POZO	U	106,00	\$ 22,75	\$ 2.411,50	
FO11	INSTALACIÓN DE ESCALERILLA 0.15X1 M		U		\$ 23,03	\$ -	
FO25	PRUEBA UNIDIRECCIONAL DE TRANSMISIÓN FIBRA ÓPTICA (POR PUNTA, POR FIBRA, EN 1 VENTANA)		PT O	9572,00	\$ 8,41	\$ 80.500,52	
FO27	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX	FC-FC	G.652	m	\$ 22,79	\$ -	
FO28		FC-FC	G.655	m	\$ 27,43	\$ -	
FO29		FC-SC	G.652	m	\$ 23,73	\$ -	
FO30		FC-SC	G.655	m	\$ 27,49	\$ -	
FO31		FC-ST	G.652	m	\$ 24,34	\$ -	
FO32		FC-ST	G.655	m	\$ 29,26	\$ -	
FO33	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PREFORMADO TRES CEROS PARA CABLE ADSS		U		\$ 6,45	\$ -	
FO34	SUMINISTRO E INSTALACION DE PREFORMADO PARA VANOS DE 200 m PARA FIBRA ADSS		U		\$ 63,23	\$ -	
FO35	SUMINISTRO E INSTALACION DE PREFORMADO PARA VANOS DE 500 m PARA FIBRA ADSS		U		\$ 73,25	\$ -	
FO36	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE RACK DE PISO ABIERTO 2,2M X 19´´ DE 44 UNID.		U		\$ 228,75	\$ -	
FO45	SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN	6 FIBRAS ÓPTICAS		U	\$ 283,54	\$ -	
FO42		12 FIBRAS ÓPTICAS		U	31,00	\$ 323,24	\$ 10.020,44
FO43		24 FIBRAS ÓPTICAS		U	13,00	\$ 414,03	\$ 5.382,39
FO44		48 FIBRAS ÓPTICAS		U	10,00	\$ 488,84	\$ 4.888,40
FO46		96 FIBRAS ÓPTICAS		U	0,00	\$ 755,83	\$ -
FO54	SUMINISTRO Y FUSIÓN DE PIGTAIL FC/PC G652 EN ODF		U		\$ 7,80	\$ -	
FO55	SUMINISTRO Y FUSIÓN DE PIGTAIL FC/PC G655 EN ODF		U		\$ 8,33	\$ -	
FO81	TENDIDO DE CABLE AÉREO	6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652	m		\$ 2,27	\$ -
FO82		6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655	m		\$ 2,28	\$ -
FO83		6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.652	m		\$ 2,55	\$ -
FO84		6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.655	m		\$ 2,99	\$ -
FO58		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 80 m)	m	0,00	\$ 1,72	\$ -
		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652-D (VANOS 80 m)	m	2624,52	\$ 1,89	\$ 4.965,59
FO56		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 120m)	m		\$ 2,54	\$ -
FO57		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 200m)	m		\$ 3,25	\$ -
FO61		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 80m)	m		\$ 1,72	\$ -
FO59		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 120m)	m		\$ 2,99	\$ -
FO60		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 200m)	m		\$ 4,58	\$ -
FO62		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.652	m		\$ 3,38	\$ -
FO63		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.655	m		\$ 4,10	\$ -
FO66		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 80m)	m	0,00	\$ 2,49	\$ -

Anexos

		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652-D (VANOS 80 m)	m	3473,26	\$ 2,74	\$ 9.513,26
FO64		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 120m)	m		\$ 2,56	\$ -
FO65		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 200m)	m		\$ 3,70	\$ -
FO69		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 80m)	m		\$ 2,78	\$ -
FO67		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 120m)	m		\$ 3,31	\$ -
FO68		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 200m)	m		\$ 4,45	\$ -
FO70		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.652	m		\$ 3,82	\$ -
FO71		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.655	m		\$ 3,95	\$ -
FO74		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 80m)	m	0,00	\$ 3,84	\$ -
FO72		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652-D (VANOS 80 m)	m	9322.97	\$ 4,22	\$ 39.380,23
		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 120m)	m		\$ 4,29	\$ -
FO73		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 200m)	m		\$ 5,08	\$ -
FO77		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 80m)	m		\$ 4,20	\$ -
FO75		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 120m)	m		\$ 5,36	\$ -
FO76		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 200m)	m		\$ 6,31	\$ -
FO78		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655(VANOS 300/500)	m		\$ 8,88	\$ -
FO79		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.652	m		\$ 4,89	\$ -
FO80		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.655	m		\$ 5,80	\$ -
FO87		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 80m)	m	0,00	\$ 4,67	\$ -
FO85		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652-D (VANOS 80 m)	m	10451.57	\$ 5,14	\$ 53.689,72
		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 120m)	m	0	\$ 8,89	\$ -
FO86		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.652 (VANOS 200m)	m		\$ 8,97	\$ -
FO90		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 80m)	m		\$ 5,90	\$ -
FO88		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 120m)	m		\$ 7,15	\$ -
FO89		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655 (VANOS 200m)	m		\$ 11,05	\$ -
FO91		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	ADSS G.655(VANOS 300/500)	m		\$ 11,51	\$ -
FO92		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.652	m		\$ 5,06	\$ -
FO93		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	FIG. 8 G.655	m		\$ 6,34	\$ -
FO103	TENDIDO DE CABLE CANALIZADO	6 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G652	m		\$ 2,15	\$ -

Anexos

FO104		6 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G655	m		\$ 2,31	\$ -	
FO105		6 FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO INDICE GRADUAL		m		\$ 4,26	\$ -	
FO94		12 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G652	m	0,00	\$ 2,43	\$ -	
		12 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G652-D	m	2064,96	\$ 2,67	\$ 5.519,64	
FO95		12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	G655	m		\$ 3,22	\$ -	
FO96		12 FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO INDICE GRADUAL		m		\$ 7,80	\$ -	
FO97		24 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G652	m	0,00	\$ 2,82	\$ -	
		24 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G652-D	m	3582,25	\$ 3,10	\$ 11.112,14	
FO98		24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	G655	m		\$ 3,61	\$ -	
FO99		24 FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO INDICE GRADUAL		m		\$ 17,53	\$ -	
FO100		48 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G652	m	0,00	\$ 3,38	\$ -	
		48 FIBRAS ÓPTICAS MOMOMODO	G652-D	m	3862,29	\$ 3,72	\$ 14.359,99	
FO101		48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	G655	m		\$ 5,37	\$ -	
FO102		48 FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO INDICE GRADUAL		m		\$ 21,26	\$ -	
FO106		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	G652	m	0,00	\$ 5,51	\$ -	
		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	G652-D	m	4964,11	\$ 6,06	\$ 30.087,47	
FO107		96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	G655	m		\$ 10,04	\$ -	
FO110	TENDIDO DE CABLE PARA INTERIORES	6 FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO INDICE GRADUAL		m		\$ 2,33	\$ -	
FO109		DE 6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652		m		\$ 2,45	\$ -	
FO108		DE 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G.652		m		\$ 2,90	\$ -	
FO111	TRAZA REFLECTOMÉTRICA POR PRUEBA DE FIBRA ÓPTICA			U	9572,00	\$ 0,09	\$ 861,48	
FO26	SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA			U	22,00	\$ 52,61	\$ 1.157,42	
XX	SUBIDA A PARED PARA FIBRA ÓPTICA			U	113,00	\$ 15,78	\$ 1.783,48	
TOTAL							\$	406.760,25

	POR ACOMETIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL
CAJA DE DISTRIBUCION OPTICA DE 8 HILOS ADOSADA		117	350	40950
CAJA DE DISTRIBUCION OPTICA DE 8 HILOS AEREA		348	350	121800
CAJA DE DISTRIBUCION OPTICA DE 8 HILOS SUBTERRANEA		0	350	0
OLT (INCLUYE ODF DE DISTRIBUIDOR Y DDF)		1	160000	160000
ODF DE DISTRIBUCION 288 HILOS (ARMARIO)		15	2500	37500
POSTES HA 12		0	1089,33	0
POSTES HA 9		17	1452,28	24688,76

Anexos

HERRAJERIA PARA POZO		189	12,5	2362,5
HERRAJE DE POSTE DE RETENSION DE FIBRA		680	10,76	7316,8
PREFORMADOS DE 14MM (G652-D ADSS)		252	11,2	2822,4
PREFORMADOS DE 12MM (G652-D ADSS)		550	9,5	5225
PREFORMADOS DE 8MM (G652-D ADSS)		273	7,6	2074,8
				404740,26
	KIT	NUMERO ACOMETIDAS		PRECIO TOTAL
CABLE DE ACOMETIDA OPTICA 2 FIBRAS	60	2833,00	169980	1,35
HERRAJE PARA FIBRA DE ACOMETIDA	0,75	2833,00	2124,75	2,25
HERRAJE PLASTICO PARA SUJECCION DE ACOMETIDA DE FIBRA 2 FILOS	4	2833,00	11332	0,95
SUMINISTRO DE MATERIALES E INTALACION DE COMETIDA DE FIBRA	124,86			353728,38
ONT(TOTAL ABONADOS)	2833,00		145,00	410785

TOTAL
\$ 1.576.013,89

ANEXO V LEVANTAMIENTO DE POZOS

Coordenadas GPS		Ubicación	Estado del pozo	Disponibilidad de Ductos	Observaciones
0739396	9696542	Aurelio Jaramillo y Simon Bolivar (Esq. Emp Electrica)	Nivel bajo de lodo	3 ductos a medio uso	Salida a pared
0739396	9696543	Aurelio Jaramillo y Simon Bolivar (Esq. Seaute)	Nivel alto de agua	No se puede determinar	el agua cubre los ductos
0739421	9696634	Simon Bolivar entre Aurelio Jaramillo y Gral Alberto Enriquez	Limpio	1 ducto libre	Pozo de paso
0739432	9696685	Simon Bolivar y Gral Alberto Enriquez (Esq)	Nivel bajo de lodo	1 ducto libre 2 ductos a medio uso 1/3 triducto libre	Salida a poste salida a pozo de mano

Anexos

0739474	9696834	Bolivar y Tenemasa (Esq)	Nivel alto de agua	No se puede determinar	
0739471	9696840	Bolivar y Tenemasa (Esq)	Nivel bajo de lodo	1 ducto libre	salida a poste
0739476	9696887	Bolivar entre Tenemasa y 10 de Agosto	Nivel bajo de lodo	1 ducto libre	2 salidas a pared
0739459	9696921	Bolivar y 10 de Agosto	Limpio	1 ducto libre	
0739458	9696928	Bolivar y 10 de Agosto	Limpio	2 ductos libres	
0739453	9696964	Bolivar y 3 de noviembre	Nivel bajo de lodo	3 ductos vacios 1/3 triducto libre	
0739449	9697025	Bolivar entre 3 de noviembre y sucre	Nivel bajo de lodo	3 ductos vacios 1/3 triducto libre	Salida pozo de mano
0739436	9697060	Bolivar y Sucre(Esq)	Nivel medio de lodo	No se puede determinar	El lodo cubre los cables
0739434	9697063	Bolivar y Sucre(Esq)	nivel medio de agua	1 ducto vacio 1/3 triducto libre	
0739427	9697117	Bolivar y solano(Esq)	Nivel medio de tierra	1 ducto vacio	Subida a poste
0739408	9697173	Bolivar y Bartolome Serrano(Esq)	Nivel alto de agua	No se puede determinar	
0739408	9697172	Bolivar y Bartolome Serrano(Esq)	Nivel alto de agua	No se puede determinar	
0739410	9697204	Bolivar entre Vintimilla y Bartolome Serrano	Nivel alto de agua	No se puede determinar	Ductos enterrados
0739367	9697160	Bartolome y Julio Matovelle(Esq)	Nivel medio de lodo	3 ductos vacios	
0739301	9697156	Bartolome y Julio Matovelle			No se revisó 144uberí al trafico
0739287	9697161	Benigno Malo y Bartolome Serrano(Esq)	Nivel medio de lodo	1 ducto libre 1/3 triducto libre	Salida a pared
0739274	9697177	Benigno Malo y Bartolome Serrano	Nivel bajo de tierra	1/3 triducto libre	Paso de 144ubería directa no se ve los cables
0739259	9697194	Benigno malo y Bartolome Serrano	Nivel bajo de tierra	1/3 triducto libre	Salida a poste salida a pared
0739263	9697211	Benigno malo y Gral. Vintimilla(Esq)	Nivel bajo de lodo	1 triducto libre	Salida a poste

Anexos

0739263	9697246	Benigno malo y Gral. Vintimilla(Esq)	Nivel bajo de lodo	1 triducto libre	Hace falta sacar el encofrado
0739259	9697273	Benigno malo y Azuay	Nivel bajo de tierra	2/3 triductos libres 1 ducto libre	Tapa rota
0739257	9697294	Benigno malo y Azuay	Nivel bajo de tierra	2/3 triductos libres 1 ducto libre	Salida a pared
0739157	9697269	Azuay y 24 de mayo (Terminal terrestre)	Nivel medio de agua	2/3 triductos libres 2 ductos libres	
0739140	9697269	Azuay y 24 de mayo (Terminal terrestre)	Nivel alto de tierra y lodo	1/3 triducto libre 1 ducto libre	La tapa es inadecuada, esta lleno de tierra y piedras
0739131	9697271	Azuay y 24 de mayo (Frente al Terminal terrestre)	Nivel alto de lodo		
0739115	9697249	Azuay y 24 de mayo (Esq)	Nivel alto de lodo	1/3 triducto libre 1 ducto libre	
0739042	9697218	Bajando la calle Azuay entre la 24 de mayo y el puente	No se reviso		Pozo de paso
0739027	9697165		No se reviso		Pozo de paso
0739018	9697163		Nivel medio de tierra		Pozo de paso, 145ubería directa(no se ven los cables)
0739019	9697165		No se reviso		
0738991	9697171	Azuay y la Calle del Hospital (Esq) Calle	Nivel bajo de tierra	1 ducto libre	
0738989	9697171	Azuay y la Calle del Hospital (Esq) vereda	Nivel bajo de tierra	2/3 triductos libres 1 ducto libre	
0738945	9697177	Azuay y la Calle del Hospital (Esq) en la calle del Hospital (al lado del armario)	No se reviso	1 ducto libre	
0739287	9697078	Solano y Rivera (Esq)	Nivel bajo de lodo	1 ducto libre	Varias salidas a postes
0739282	9697074	Solano y Rivera (Esq opuesta)	Nivel bajo de lodo	3 ductos libres	Subida a pared
0739328	9697097	Solano entre Rivera y Julio Matovelle (al lado del Registro Civil)	Nivel medio de agua	3 ductos libres	Salida a poste

Anexos

0739388	9697109	Julio Matovelle y Solano (Esq) al lado del Municipio	Limpio	1 ducto libre	Pozo de paso, tiene entrada al Municipio
0739608	9697199	Bartolomé Serrano y Oriente (Esq)	Nivel medio de agua	1 ducto libre solo hasta la Providencia	Va al armario
0739591	9697189	Bartolomé Serrano y Oriente (Esq opuesta)	No se reviso		Pozo de paso
0739562	9697190	Bartolomé Serrano y Guayas (Esq)	Nivel medio de lodo	2 ductos libres	
0739557	9697186	Bartolomé Serrano y Guayas (Esq opuesta)	No se reviso		Pozo de paso
0739511	9697188	Bartolomé Serrano y Guayas	No se reviso		Pozo de paso
0739475	9697189	Bartolomé Serrano y Batalla de Ayacucho	Nivel medio de agua	2 ductos libres	Pozo de paso
0739461	9697184	Bartolomé Serrano y Batalla de Ayacucho	No se reviso		Pozo de paso
0739418	9697170	Bartolomé Serrano y Batalla de Ayacucho	No se reviso		Pozo de paso. La tapa se encuentra rota
0739327	9696515	Aurelio Jaramillo y Luis Cordero	No se reviso	1 ducto libre	Pozo de paso
0739276	9696493	Aurelio Jaramillo y 24 de Mayo	Nivel alto de agua	No se puede determinar	
0739282	9696426	24 de Mayo entre Aurelio Jaramillo y Samuel Abad	Nivel bajo de lodo	1 ducto libre	Pozo de paso
0739293	9696391	24 de Mayo y Samuel Abad	No se reviso		Pozo de paso
0739294	9696383	24 de Mayo y Samuel Abad	No se reviso		Pozo de paso
0739347	9696165	24 de Mayo	Nivel alto de agua	No se puede determinar	Backbone
0739331	9696227	24 de Mayo	Nivel alto de tierra	No se puede determinar	Solo media tapa
0739316	9696289	24 de Mayo			
0739301	9696320	24 de Mayo			
0739338	9696162	24 de Mayo cerca del redondel	Nivel bajo de tierra	Ningún ducto libre	Lleno pero es posible pasar fibra
0739471	9695828	24 de Mayo			Pozo de paso
0739531	9695692	24 de Mayo			Pozo de paso
0739498	9695765	24 de Mayo		No se puede determinar	Pozo de paso

Anexos

0739549	9695697	24 de Mayo			Pozo de paso
0739556	9695648	24 de Mayo			Pozo de paso
0739548	9695611	24 de Mayo (Al frente de la Universidad José Peralta)			Pozo de paso
0739516	9695497	24 de Mayo	No se reviso	No se puede determinar	No se logró abrir la tapa