



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DISEÑO DE UNA RED GPON PARA LA MIGRACIÓN DE LA RUTA No. 27 DE LA RED DE COBRE DE LA CENTRAL NORTE DE LA CNT E.P. QUE COMPRENDE LOS SECTORES: BLOQUES #9, #10, #11 Y MANZANAS J1, J2, J3 DE LA CIUDADELA LA ATARAZANA, BLOQUES DE LA FAE, URBANIZACIÓN RIO GUAYAS Y CIUDADELA SANTA LEONOR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CINTHYA VANESSA GONZÁLEZ CHIRIBOGA

ERICKA STEPHANÍA OYAGUE BAJAÑA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a Dios por ser nuestro principal motor y habernos permitido llegar a cumplir esta meta.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por acogernos durante 5 años en los cuales hemos crecido tanto en lo personal como en lo profesional, de manera especial a cada uno de nuestros profesores por sus enseñanzas impartidas.

Al Dr. Freddy Villao, quien con sus conocimientos y su guía nos permitió culminar de manera exitosa este trabajo.

A nuestros padres, por su esfuerzo, cariño y apoyo durante nuestra carrera.

Y por último, a cada una de las personas que aportaron para el desarrollo de este proyecto.

Cinthya y Ericka.

DEDICATORIA

A mi hermano Hugo, por ser una de las personas más importantes en mi vida y apoyarme en cada paso que doy.

Cinthya González Chiriboga.

Dedico el presente trabajo a cada una de las personas que han confiado en mí y que han estado en cada una de las etapas de mi vida, a mi familia, de manera especial a mis papás Yorlly y Sonia por demostrarme que todo sacrificio vale la pena y que siempre hay que luchar para alcanzar nuestros propósitos.

A mis hermanos Jean Carlos y Andrea porque a pesar de sus diferencias me han demostrado que puedo contar con ellos.

A mis abuelitos, tíos y primos por su apoyo constante, por alentarme a seguir.

Y finalmente a mí querido Isaac por su amor y por ser una persona inseparable durante estos 5 años de carrera.

Ericka Oyague Bajaña.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

Freddy Villao Q, Ph.D.

PROFESOR EVALUADOR

César Yépez, M.Sc.

PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Cintha Vanessa González Chiriboga

.....
Ericka Stephanía Oyague Bajaña

RESUMEN

El presente informe tiene como finalidad presentar una propuesta para la migración de la ruta 27 de la red de cobre de la Central Norte de la CNT EP, ya que en ésta solo 800 abonados cuentan con el servicio de telefonía fija de los cuales solo 70 cuentan con el servicio de voz y datos, lo cual significa que la capacidad del cable de esta ruta que es de 1800 pares no se esté aprovechando en su totalidad, esto se debe a que los sectores que pertenecen a la misma se encuentran a una distancia mayor a los 2 Km de la Central Norte.

Por lo expuesto, con la finalidad de satisfacer los requerimientos de los abonados que pertenecen a la Central Norte de la CNT E.P, se desea implementar una tecnología que soporte servicios de gran ancho de banda como es GPON. Este tipo de red debido a su gran capacidad de transmisión que es de 2,5 Gbps en downstream y 1,25 Gbps en upstream, permite la entrega de servicios convergentes (voz, datos y video) a través de una misma infraestructura basada en IP, lo cual beneficia al usuario final ya que obtendría un servicio de mejor calidad.

A su vez permite la reducción de costos en los operadores ya que no se tendrían diferentes redes de acceso para cada servicio que oferten. No obstante estas redes se deben mantener en constante innovación ya que hoy en día la sociedad depende mucho de la tecnología, la misma que se encuentra en incesante cambio.

En Guayaquil, GPON es una tecnología que CNT E.P está explotando en zonas residenciales de clase alta y grupos de clientes corporativos, sin embargo, eso representa el 15% de la población de la ciudad que obtiene el servicio de voz y datos mediante esta tecnología; y se pretende en un futuro no tan lejano brindar el servicio de IPTV por la misma red. La finalidad de este proyecto es reemplazar la tecnología de acceso habitual la cual es cobre a fibra óptica, para brindar un servicio de calidad a los demás habitantes de zonas aledañas a la Central Norte CNT E.P.

Al realizar la migración se dispone de un cable feeder ya construido que sale de la Central Kennedy Norte de la CNT EP con capacidad de 288 hilos del cual se utilizarán 48 hilos, esto se determinó mediante un análisis de la demanda de las diferentes zonas que comprende la ruta 27, además se pretende el uso de dos niveles de

splitters para una mejor distribución de la red y la optimización de recursos en la ODN. La selección de los splitters va a depender del cálculo del presupuesto óptico de la red.

Finalmente se realiza la elección de componentes activos y pasivos que conforman la red de acceso de fibra óptica y así poder establecer el costo total del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Conceptualización del problema.....	2
1.3 Delimitación del problema.....	2
1.4 Justificación del proyecto.....	2
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivos generales.....	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.6 Metodología.....	4
CAPÍTULO 2.....	5
2. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA RED DE ACCESO DE PLANTA EXTERNA DE LA CENTRAL NORTE CNT E.P.	5
2.1 Planta externa.....	7
2.1.1 Repartidor.....	7
2.1.2 Red primaria.....	8
2.1.3 Red secundaria.....	9
2.1.4 Armario de distribución.....	9

2.1.5	Caja de dispersión.....	10
2.1.6	Red de abonados	11
2.2	Red de acceso vía cobre	11
2.2.1	Tecnología XDSL en la red de acceso.....	11
2.2.2	ADSL.....	12
2.3	Selección de ruta a migrar	12
2.4	Descripción de la ruta 27	14
CAPÍTULO 3.....		16
3.	FIBRA ÓPTICA EN EL LAZO DE ABONADOS	16
3.1	Fibra óptica.....	16
3.1.1	Fibra óptica multimodo	16
3.1.2	Fibra óptica monomodo	16
3.2	Redes acceso vía fibra óptica.....	17
3.3	Red Óptica Pasiva: PON	17
3.4	Tipos de redes PON	17
3.4.1	APON.....	18
3.4.2	BPON.....	18
3.4.3	EPON.....	18
3.4.4	GPON.....	19
3.4.5	XGPON o NG-PON1	19
3.4.6	TWDM-PON o NG-PON2	20
3.5	¿Por qué GPON?	21
3.6	Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit PON	22
3.7	Componentes de la red GPON	23
3.7.1	OLT	23

3.7.2	ONT.....	24
3.7.3	ODN.....	24
3.8	Método de encapsulamiento GPON.....	25
3.9	Estándares para el diseño de red GPON.....	26
3.10	Redes FTTX.....	28
3.10.1	FTTN.....	28
3.10.2	FTTC.....	28
3.10.3	FTTB.....	29
3.10.4	FTTH.....	29
CAPÍTULO 4.....		30
4.	DISEÑO DE UNA RED GPON PARA SECTORES QUE CUBREN LA RUTA 27 DE LA CENTRAL NORTE CNT A MIGRAR.....	30
4.1	Diagnóstico de la situación actual de los sectores que cubre la ruta 27....	31
4.2	Topología propuesta para el diseño de red GPON.....	33
4.3	Simbología.....	35
4.4	Red de canalización.....	37
4.5	Diseño de la red feeder.....	39
4.5.1	Identificación de la red feeder.....	39
4.5.2	Distribución del cable feeder por zona a migrar.....	40
4.5.3	Cuantificación de feeder por zona a cubrir.....	42
4.5.4	Ciudadela La Atarazana.....	45
4.5.5	Bloques de la FAE.....	47
4.5.6	Urbanización Río Guayas.....	49
4.5.7	Ciudadela Santa Leonor.....	51
4.6	Diseño de la Red de Distribución.....	53

4.6.1	Identificación del cable de distribución.....	57
4.6.2	Diagrama esquemático de red de distribución GPON.....	58
4.6.3	Herrajes en la distribución aérea	60
4.6.4	Ciudadela La Atarazana	62
4.6.5	Bloques de la FAE.....	65
4.6.6	Urbanización Rio Guayas.....	67
4.6.7	Ciudadela Santa Leonor	70
4.6.8	Distribución Interna para edificios en bloques de la FAE	74
4.7	Presupuesto Óptico	77
4.7.1	Modelo de Red GPON en la Ciudadela La Atarazana	79
4.7.2	Modelo de Red GPON en los Bloques de la FAE	80
4.7.3	Modelo de Red GPON en la Urbanización Rio Guayas	82
4.7.4	Modelo de Red GPON en la Ciudadela Santa Leonor	83
4.8	Equipamiento activo disponible por la CNT	85
4.8.1	OLT Huawei MA5600T	85
4.8.2	Optical Distribution Frame (ODF)	85
4.9	Selección de la ONT.....	86
4.10	Selección del equipamiento pasivo.....	87
4.11	Cuantificación total del diseño	90
4.12	Costos	92
4.12.1	Costos de inversión en la ODN.....	92
4.12.2	Costos de inversión en los elementos activos de red GPON	95
4.12.3	Costo total del proyecto.....	96
4.13	Cronograma de obra del proyecto	97
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101

BIBLIOGRAFÍA.....	104
ANEXOS	108

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad los sectores que comprenden la Central Norte CNT E.P. cuentan con el servicio de voz y datos mediante tecnología de acceso cobre. Una de las principales limitantes de esta tecnología, es la distancia que no deberá superar los 2 km, por lo que al realizar una inspección física de lo que comprende la planta externa CNT-NORTE básicamente se refiere la red secundaria, ésta se encuentra deteriorada por el invierno lo que ha ocasionado que muchos módulos de 25 pares y conectores UY se sulfaten por el filtrado de agua en las mangas de cobre, provocando el malestar de miles de usuarios debido a la interferencia y mala calidad del servicio. Para que sea óptimo el servicio que se brinda sobre la infraestructura de cobre, la distancia no deberá sobrepasar los 1.5 Km, en su momento se planteó como una opción la construcción de nodos cercanos a los abonados, pero esto implicaba un mayor presupuesto.

Aunque CNT E.P abarca el 85,86% (2'098.673 abonados) del mercado en servicios de telefonía fija a nivel nacional, y a nivel de la provincia del Guayas son 591.404 abonados [1], esta ha perdido crecimiento por el acceso de los usuarios a la telefonía móvil, razón por la cual es necesario la aplicación de nuevas tecnologías que busquen la convergencia de servicios.

De la investigación realizada, en la tabla 1 se obtiene la siguiente información aproximada referente a la capacidad de la Central Norte CNT E.P y la utilización de líneas telefónicas.

CIUDAD-CENTRAL	CAPACIDAD DE CENTRAL	LÍNEAS TELEFÓNICAS UTILIZADAS
GUAYAQUIL-NORTE	32500	29000

Tabla 1: Capacidad de Central Norte CNT E.P. [2]

1.2 Conceptualización del problema

Las empresas que brindan servicios de telecomunicaciones han tenido una influencia importante en el desarrollo de la sociedad, esto ha permitido que muchas naciones se puedan comunicar a través del internet, correo electrónico, videoconferencias etc., pero estos servicios demandan una alta tasa de transmisión.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones -CNT- en la ciudad de Guayaquil ofrece el servicio de voz y datos a través de la tecnología ADSL a los usuarios que cuenten con una línea telefónica en sus casas. Actualmente mediante el diseño de una red GPON se ofrece el servicio de voz y datos a urbanizaciones residenciales y grupo de clientes corporativos, la capacidad de transmisión que alcanza la tecnología GPON es desde 1 Gbps hasta 10 Gbps.

Cabe recalcar que la tecnología ADSL a pesar que ha aumentado el ancho de banda en los últimos 6 años, variando entre los 512 Kbps y 24 Mbps, el servicio que se oferta sobre esta tecnología se ha visto afectado por el aumento de la cantidad de suscriptores, los mismos que desean utilizar varios servicios de banda ancha simultáneamente a través de la red de cobre, la cual presenta limitaciones como el ancho de banda soportado, transmisión asimétrica y calidad del servicio.

1.3 Delimitación del problema

Dado lo extenso de este tema nos enfocaremos en una ruta de las 31 que salen de la Central Norte de CNT para realizar el diseño de la red que soporte servicios de banda ancha.

A su vez el estudio técnico – económico de migración de la ruta de Cobre a Fibra óptica de la Central Norte para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P., para soporte de servicios de banda ancha fija.

1.4 Justificación del proyecto

El presente proyecto permite la aplicación de varios conocimientos técnicos en lo relacionado a infraestructura telefónica de planta externa, así como el uso de

diferentes tecnologías de acceso por fibra, que permitan la convergencia de servicios al cliente (voz, video y datos) y mayor ancho de banda.

Además la selección de tecnología adecuada nos permitirá una mejor optimización de recursos, reducción de costos y espacio físico, ya que las regletas, DSLAM y demás dispositivos serán reemplazados por equipos que soporten tecnología GPON y FTTX.

Los beneficiarios del proyecto son la Corporación Nacional de Telecomunicaciones ya que contarán con una opción de diseño óptimo y seguro para los hogares; y los abonados a su vez porque podrán acceder a varios servicios en tiempo real, con una mayor tasa de transmisión de datos.

Hasta el año 2014, según los resultados del Global Information Technology Report (GITR), el Ecuador se encuentra en puesto 82 a nivel mundial en cuanto al acceso en tecnologías de información; mediante el diseño que se planteará a la problemática existente, se reduciría la brecha digital que hay en nuestro país, ya que este modelo servirá para futuros proyectos.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivos generales.

- Diseñar una red con tecnología de acceso FTTX/GPON para la migración de la ruta de cobre No. 27 de la Central Norte de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. a fibra óptica, para proporcionar varios servicios de banda ancha fija.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Descripción de la situación actual de la red de cobre de la Central Norte de CNT E.P.
- Selección de la ruta de cable de la Central Norte a ser reemplazada.
- Selección de la Central de la CNT EP que cuente con el equipamiento necesario para el despliegue de la red GPON del proyecto.
- Elaboración del presupuesto óptico del Proyecto.

- Diseño de la red de fibra óptica para los sectores que abastece la ruta 27.
- Dibujo de planos utilizando AUTOCAD 2D.
- Selección de elementos activos y pasivos a utilizar.
- Determinación del volumen de obra.
- Elaboración del presupuesto económico del Proyecto.

1.6 Metodología

En el presente estudio, como etapa previa al proceso de diseño, se recopilará información relacionada a tecnologías de acceso de cobre y fibra óptica. Posteriormente, se realizará una visita técnica para conocer la situación actual de Planta Externa de la Central Norte CNT E.P. y se determinará las zonas que serán el foco de nuestro estudio; concluyendo con la etapa de diseño que se realizará en el programa AUTOCAD 2015, en el cual se deberá seleccionar la infraestructura adecuada basada en las normativas de diseño y dibujo de la CNT E.P.

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA RED DE ACCESO DE PLANTA EXTERNA DE LA CENTRAL NORTE CNT E.P.

La Central Norte CNT E.P, está ubicada en la ciudad de Guayaquil, esta consta de 31 rutas que abarca varios sectores como son Ciudadela Bolivariana, 9 de octubre hacia el Norte, y Av. Machala hacia el oeste; Ciudadela Kennedy vieja, Kennedy nueva, Barrio Orellana, Policentro, Atarazana, Las Garzas, partes de Kennedy Norte, Mall del Sol, Urb. Rio Guayas, Bloques de la FAE [3].

Cada ruta tiene una capacidad de cables que puede variar entre 300 y 1800 pares. En la tabla 2 se pueden observar las diferentes rutas que salen de la Central Norte CNT con su respectiva capacidad.

Número de Ruta	Capacidad de cable
1	600
2	1200
3	900
4	1200
5	300
6	1200
7	600
8	300
10	600
11	1200
13	1200
14	1200

Tabla 2.a: Rutas que salen de la Central Norte CNT. [2]

Número de Ruta	Capacidad de cable
15	600
16	100
17	1200
19	300
21	1200
22	1200
23	1200
24	1200
24A	1200
26	1800
26A	300
27	1800
28	1800
29	1800
32	1800
34	1800
35	1800
36	1800
38	1800

Tabla 2.b: Rutas que salen de la Central Norte CNT. [2]

2.1 Planta externa

La planta externa consta de la estructura necesaria para establecer la conexión entre el distribuidor principal y el equipo de abonado [4], generalmente en su totalidad es cobre; está dividida de la siguiente manera:

- Red Primaria
- Red Secundaria
- Red de Abonados

En la figura 2.1 podemos ver los elementos que conforman una red de planta externa.

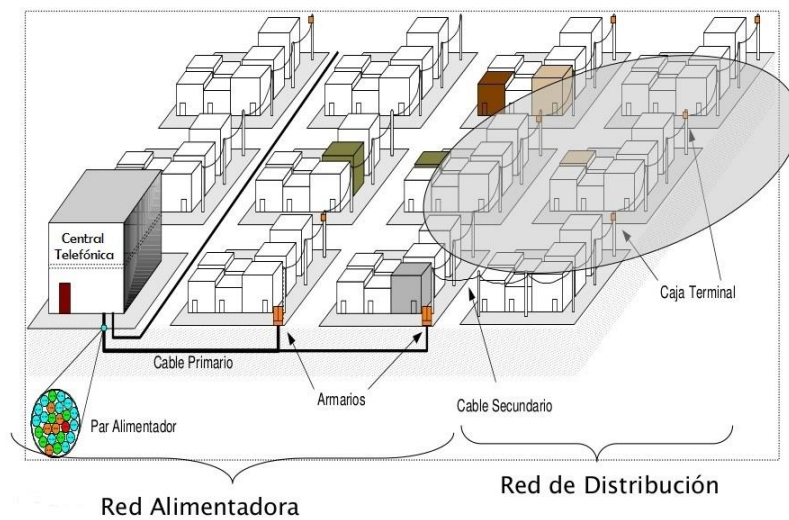


Figura 2.1: Elementos de Planta Externa. [5]

2.1.1 Repartidor

El cuarto de repartidor es el encargado de unir la planta externa con la planta interna, es donde se conectan las líneas de abonados mediante las regletas protegidas con los equipos de conmutación; por otra parte los equipos de la Central se conectan con los abonados mediante regletas horizontales. En la figura 2.2 se muestran las regletas verticales y horizontales ubicadas dentro del repartidor.

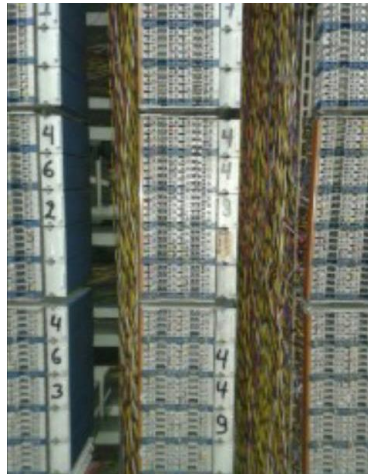


Figura 2.2: Regletas verticales y horizontales.

2.1.2 Red primaria

La red primaria está compuesta por cables de gran capacidad (300 hasta 1800 pares). En la figura 2.3 se puede observar la galería de cables de la Central Norte donde se encuentran los empalmes terminales o botellas de los cables primarios que salen desde esta central telefónica hacia los diferentes armarios de distribución vía subterránea mediante ductos PVC.



Figura 2.3: Galería de cables de la Central Norte CNT E.P.

2.1.3 Red secundaria

La red secundaria se encarga de interconectar las regletas de los armarios de distribución con las cajas de dispersión mediante cables de baja capacidad; además estos cables están conectados a los armarios mediante regletas de conexión de 100 y 50 pares o bloques de conexión de 10 pares. La capacidad de los cables de la red secundaria depende del tendido de cable.

- Tendido canalizado: Su capacidad no podrá exceder de 200 pares.
- Tendido aéreo y mural: Su capacidad no podrá exceder de 100 pares.

2.1.4 Armario de distribución

Cuando el área central se subdivide en áreas más pequeñas debido a la densidad poblacional, esto se lo conoce como distrito, el cual es atendido por un armario de distribución. El armario se ubica en un punto estratégico del distrito, en su interior existen bloques de 50 y 100 pares que corresponden a la red primaria y secundaria que se interconectan mediante puentes.

Para su identificación se utilizan números acompañados con una letra por ejemplo: D-08. La enumeración de los armarios se lo realiza de manera

ascendente, es decir la numeración más baja corresponde al armario más cercano.

En la figura 2.4 podemos observar el armario de distribución D-424 el cual se encuentra en la Ciudadela Kennedy Norte.



Figura 2.4: Armario de Distribución.

2.1.5 Caja de dispersión

La caja de dispersión es el punto de conexión entre la red secundaria y la línea de abonados; estas cajas que son de 10 pares cada una pueden estar ubicadas en la parte superior de los postes o en las acometidas de edificios en forma de bloques de conexión; tienen una nomenclatura alfanumérica con un letra seguida de un numero en un intervalo de 1 al 5, por ejemplo A3, C2 [6].

En este elemento es donde se realiza el primer nivel de mantenimiento, en caso de fallas en las líneas telefónicas. En la figura 2.5 se muestra una caja de dispersión.



Figura 2.5: Caja de Dispersión. [7]

2.1.6 Red de abonados

Es la parte final de la red formada por el conjunto de pares individuales que unen las cajas de distribución con cada domicilio hasta el interior [8]. Se divide en 2 tramos: línea de acometida y red interior de abonado.

- LINEA DE ACOMETIDA: Tramo de red comprendido entre la caja de dispersión hasta el Punto de Terminación de Red (PTR) que está ubicado en el interior de la casa del abonado.
- RED INTERIOR DE ABONADO: Tramo de red que inicia en el PTR hasta el conector universal del equipo terminal.

2.2 Red de acceso vía cobre

La red de acceso implementada para proporcionar el acceso a diferentes servicios de telecomunicaciones en la Central Norte CNT E.P., es la que se basa en el uso del par de cobre, que al inicio fue concebida para telefonía fija y con el transcurso del tiempo para soportar servicios de datos.

2.2.1 Tecnología XDSL en la red de acceso.

XDSL, es una tecnología de acceso que permite la transmisión de voz y datos a través de la red de cobre. Para lograrlo se emplean tres canales independientes: dos canales de alta velocidad (upstream y downstream) y un canal para transmisión de voz. La principal ventaja de esta tecnología es que puede implementarse sobre las líneas telefónicas ya existentes.

A pesar que existe algunas variantes de la tecnología XDSL como HDSL, VDSL, SDSL, ADSL entre otras, la red de acceso que es de interés en nuestro estudio es la ADSL.

2.2.2 ADSL

Es una tecnología asimétrica, lo que significa que su tasa de transmisión de bajada (central office-abonado) es diferente a la transmisión de subida (abonado-central office).

ADSL al trabajar en bandas de frecuencias diferente permite utilizar el mismo cable telefónico para la transmisión simultánea de voz y datos; aunque su capacidad de transmisión dependerá de qué tan distante se encuentre la oficina central del cliente y el ruido presente en el bucle.

Para evitar la interferencia con líneas telefónicas que operan a una frecuencia de 4 kHz, ADSL deberá superar de manera considerable esta frecuencia: subida (30 kHz- 138 kHz) y bajada (138 KHz – 1,1 MHz).

2.3 Selección de ruta a migrar

Dentro de los sectores que cubre la central telefónica NORTE de la CNT, existen algunos que tienen problemas con respecto a servicios de banda ancha fija; esta es la razón por la que hemos elegido la ruta 27 que abarca sectores tales como la Ciudadela Santa Leonor, la urbanización Rio Guayas, los Bloques de la FAE y algunas manzanas y bloques de la Ciudadela La Atarazana, donde existe una gran cantidad de ciudadanos que tienen derecho a disponer de accesos de banda ancha para utilizar las tecnologías de la información y de la comunicación.

En la figura 2.6 se muestra un mapeo de la ruta 27, desde que sale de la central telefónica hacia los diferentes sectores mencionados anteriormente.



Figura 2.6: Mapa de la Ruta 27.

Actualmente en estos sectores hay problemas en el sistema de comunicación, gran parte se deben a la distancia existente entre la central telefónica y los abonados; la zona más alejada es la ciudadela Santa Leonor que se encuentra aproximadamente a 3.5 Km de la Central; para que haya una buena comunicación entre los usuarios esta distancia no debe superar los 1.5 Km, en lo que respecta a redes de acceso de cobre, debido a la limitación del calibre del conductor tipo 24 AWG (.4mm de diámetro) utilizado en la red primaria y secundaria.

2.4 Descripción de la ruta 27

La ruta 27 tiene una capacidad de 1800 pares y en la tabla 3 se detallan los sectores que comprenden esta ruta, así como también los distritos con su respectiva capacidad.

SECTOR	DISTRITOS	REGLETAS
ATARAZANA	407	451 - 456
SANTA LEONOR	410	427,428
SANTA LEONOR	411	426,430,431,443
URB. RIO GUAYAS	413	432,434
URB. RIO GUAYAS	414	423,425,444
BLOQUES DE LA FAE	458	435-440,449,450

Tabla 3: Sectores de la Ruta 27. [2]

La red de cobre desplegada en estos sectores tiene aproximadamente 45 años y hasta el momento sólo se le ha realizado mantenimiento mas no se la ha cambiado. En la tabla 4 se resume la cantidad de pares que están ocupados, en mantenimiento, dañados o libres en los distritos ubicados en los diferentes sectores; esta es una de las razones por lo que la calidad del servicio es ineficiente.

DISTRITOS	CAPACIDAD	OCUPADOS	MANTENIMIENTO	DAÑADOS	LIBRES
407	300	181	12	79	28
410	150	54	7	11	78
411	200	92	11	14	83
413	250	129	14	67	40
414	150	127	5	8	10
458	400	217	15	32	136
TOTAL		800	64	211	375

Tabla 4: Listado Estadístico de Red Primaria por Distribuidor. [2]

Actualmente la red de acceso de planta externa tiene limitaciones en cuanto a la distancia y el ancho de banda; a medida que los usuarios se encuentren más distantes de la central telefónica aumenta la atenuación de la señal provocando un mal servicio para los clientes; por otra parte el ancho de banda que se oferta para esta tecnología es limitado ya que su rango se encuentra entre los 1 Mbps y 10 Mbps, lo que se convierte en una principal desventaja para este tipo de red de acceso debido a que no se puede brindar varios servicios de banda ancha sobre una misma infraestructura, donde la competencia lleva la ventaja a la CNT E.P.

CAPÍTULO 3

3. FIBRA ÓPTICA EN EL LAZO DE ABONADOS

3.1 Fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión constituido por un núcleo de vidrio, el recubrimiento y el revestimiento; la información se transmite por el principio de la reflexión interna total la cual se produce porque el núcleo tiene un índice de refracción de la luz mayor al del revestimiento, lo que permite el transporte de gran cantidad de información. Existen dos tipos de fibra la cuales se usan habitualmente en las redes de datos a nivel mundial: multimodo y monomodo.

3.1.1 Fibra óptica multimodo

Permite la transmisión de múltiples rayos de luz en su interior. Cada haz recorre diferentes caminos a lo largo de la fibra, ocasionando que el ancho de banda se reduzca. [9]

Generalmente es utilizada para distancias cortas, menores a 2 Km. Y es adecuada para trabajar en longitudes de onda en la primera y segunda ventana óptica (850 nm y 1310 nm respectivamente). [10]

En las fibras multimodo se definen dos clases, dependiendo del índice de refracción.

- Fibra multimodo de índice gradual: Al tener un valor variable de índice de refracción en el núcleo, los rayos de luz se propagarán a distintas velocidades; presenta baja dispersión modal. Su relación de núcleo/recubrimiento es de 50 ó 62,5/125 micrómetros.
- Fibra multimodo de perfil escalonado: En este tipo de fibra, el índice de refracción es constante, tiene alta dispersión modal. Presenta una relación núcleo/recubrimiento de 100/140 micrómetros. [11]

3.1.2 Fibra óptica monomodo

En la fibra óptica monomodo el diámetro del núcleo es extremadamente pequeño (alrededor de 10 micras) lo que permite la propagación de un

sólo modo de luz (LP01), el cual viaja directamente sin reflexión. A diferencia de la fibra multimodo, ésta tipo de fibra permite alcanzar grandes tasas de transmisión a grandes distancias. [12]

3.2 Redes acceso vía fibra óptica

Este tipo de redes está compuesta en su totalidad de fibra óptica, por lo tanto aumentan el ancho de banda que puede alcanzar hasta cientos de Gbps y a su vez aumentar la calidad del servicio, podemos clasificarlas en dos grupos:

- Redes PON: Uso de elementos activos/pasivos que constituyen la red
- FTTX: Por la distancia del tramo de fibra al domicilio del cliente.

Cabe destacar que la principal ventaja de este tipo de redes ópticas de acceso es que los equipos que se utilizan son de bajo costo, fácil configuración y se les puede realizar mantenimiento remoto. [13]

3.3 Red Óptica Pasiva: PON

Es aquella red que se caracteriza por tener en su estructura elementos ópticos pasivos para guiar el tráfico de datos hacia los usuarios, disminuyendo los costos de red ya que no se requiere de energía eléctrica en ningún punto intermedio de la red.

El modelo de red óptica pasiva PON es muy similar al de la red de cable CATV, en las que existen nodos ópticos unidos al headend mediante una arquitectura de cable coaxial, donde cada nodo óptico se encarga de proveer acceso a un grupo determinado de usuarios a través del uso divisores de señal eléctrica. Las redes ópticas pasivas sustituyen el tramo de fibra coaxial por fibra óptica monomodo y los divisores eléctricos por splitter ópticos. Además brindan una transmisión segura y sin errores.

3.4 Tipos de redes PON

Los tipos de redes PON se diferencian por su velocidad y se clasifican de la siguiente manera: APON, BPON, EPON, GPON, NG-PON1 y NG-PON2. A continuación se presenta un breve resumen de las diferentes clases de redes

PON, concluyendo con un análisis exhaustivo de red GPON que es la tecnología a usar en nuestro proceso de diseño.

3.4.1 APON

El primer sistema PON conocido como ATM PON definida por el estándar ITU-T G.983 el cual utiliza el protocolo de señalización ATM (Asynchronous Transfer Mode) en capa 2 (Enlace de Datos); su tasa de transmisión máxima es de 155.52 Mbps.

Entre el grupo de redes PON existente, ATM es el que presenta un grupo importante de características en cuanto a operación y mantenimiento, debido a que en el canal descendente en la trama ATM se introducen dos celdas [14].

3.4.2 BPON

Broadband-PON es la versión mejorada de la tecnología APON y surgió por la necesidad de integrar y acceder a varios servicios como Ethernet, VPL, multiplexación por longitud de onda (WDM), entre otros. Originalmente estaba definida con una tasa de 155 Mbps fijos tanto en upload cómo download; pero, más adelante, se modificó para admitir:

- Tráfico asimétrico: Canal descendente 622 Mbps. Canal ascendente 155 Mbps.
- Tráfico simétrico: Canal descendente y ascendente 622 Mbps. [15]

3.4.3 EPON

Ethernet-PON o también denominado EFM (Ethernet in the First Mille), está basado en el estándar IEEE 802.3ah. Su arquitectura de red se basa en una topología punto-multipunto; proporciona tasa de datos simétrica de 1,25 Gbps (Upload/Download), la cual se divide para el número total de ONUs conectados al nodo.

Se diferencia de los anteriores sistemas porque no transporta celdas ATM, sino que el transporte de tráfico es mediante ETHERNET. Usa la

codificación de línea 8b/10b, incluyendo el uso full dúplex de acceso al medio. [16]

3.4.4 GPON

Definido como Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit, GPON, es el estándar más reciente de la familia PON, aprobado bajo cuatro recomendaciones de la ITU-T G.984.X. Introducen una mejora en el transporte de tráfico IP y ATM a través de celdas de tamaño variable dando soporte a servicios de voz, Ethernet 10/100, Frame Relay, etc.

Entre las ventajas del estándar GPON se encuentran:

- Alcance de 20 Km hasta 60 Km. entre equipos de la central y el cliente, superando considerablemente la cobertura de la tecnología ADSL en red de cobre. [17]
- Soporte para varias tasas de transferencia, incluyendo tráfico simétrico de 622 Mbps, tráfico simétrico de 1.25 Gbps y asimétrico de 2.5 Gbps en sentido descendente y 1.25 Gbps en sentido ascendente.
- Facilidad de gestión, mantenimiento y operación desde la OLT hasta el ONT.
- Buscar sobre una misma infraestructura basada en IP la convergencia de servicios de telecomunicaciones.

3.4.5 XGPON o NG-PON1

Esta tecnología definida como una red óptica pasiva con capacidad para 10 Gigabits, basada en los estándares de la ITU G.987.X. A continuación algunas de las ventajas de esta tecnología

- Alcance de 60 Km a partir de la Unidad de Red Óptica hasta el multiplexor de longitud de onda
- En downstream trabaja a una longitud de onda de $1578 \text{ nm} \pm 3 \text{ nm}$ a una tasa de transmisión de 9.953 Gbit/s mientras que en upstream la longitud de onda es de $1270 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$ a una tasa de transmisión de 2.488 Gbit/s.

- Compatible totalmente con GPON debido a su infraestructura común PON
- Soporte de servicio completo - incluyendo voz, TDM, Ethernet (hasta tasas Gigabit), xDSL.

3.4.6 TWDM-PON o NG-PON2

TWDM-PON es la tecnología de acceso por fibra usada para implementar NG-PON2. Proporciona 4 o más longitudes de onda por fibra, por lo que se llega a alcanzar un ancho de banda total de 40 Gbps (10 Gbps por usuario). NG-PON2 se encuentra basada en la recomendación ITU-T G.989.1. Además para implementar una arquitectura NG-PON2 se requiere:

- 4-8 canales pares TWDM (cada par de canales comprende una longitud de onda para el canal de downstream y otra para el de upstream).
- Las tasas nominales por canal son:
 - ✓ 10 Gbit / s downstream y 10 Gbit / s upstream
 - ✓ 10 Gbit / s downstream y 2.5 Gbit / s upstream
 - ✓ 2.5 Gbit / s downstream y 2.5 Gbit / s upstream
- Red pasiva de planta externa tendrá un alcance hasta de 60 Km
- Soporta nivel de splitter de 1:256

En la figura 3.1 se detalla en resumen la evolución que han tenido las redes de acceso PON

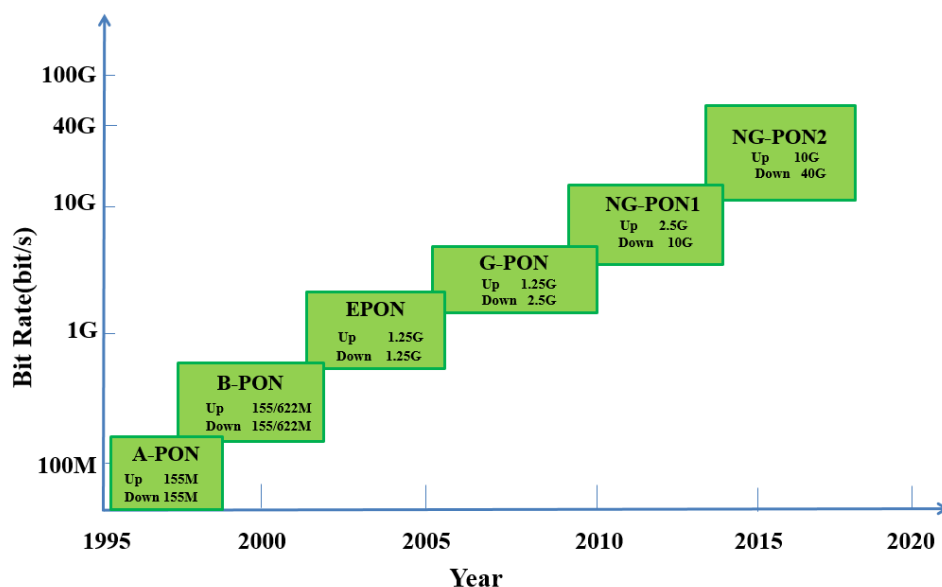


Figura 3.1: Evolución de las Redes de acceso PON. [18]

Dentro del análisis de las diferentes tecnologías de acceso PON, nuestro foco de estudio serán las redes GPON.

3.5 ¿Por qué GPON?

La demanda de los usuarios al acceso a servicios de banda ancha cada vez es mayor, esto sucede por el surgimiento de nuevas tecnologías que ofrecen las diferentes operadoras del país tales como: televisión HD, telefonía IP, redes virtuales privadas (VPN), etc., las mismas que son ofrecidos de manera independiente a los abonados, además del limitado ancho de banda disponible y cobertura lo que ocasiona un cuello de botella en la red de última milla actual (cobre), debido a que las tecnologías actuales como xDSL, HFC, etc., no soportan la convergencia de servicios. Por esta razón se escoge una tecnología de acceso basada en fibra óptica como es GPON debido a la alta tasa de transmisión tanto en canal upstream como downstream, y a su gran alcance de hasta 20 Km; también por su costo de operación que es menor en comparación a las nuevas tecnologías de acceso como NG-PON1 y NGPON2, a pesar de esto las dos últimas tecnologías ofrecen un mayor ancho de banda sin embargo sería un gasto innecesario debido a la demanda de clientes potenciales que existen en los sectores a cubrir, aunque si la demanda de usuarios aumenta la tecnología

TDWM-PON se podría desplegar sobre la red a diseñar ya que es compatible con GPON en cuando se refiere a la red de planta externa (ODN), y sólo afectaría a los elementos activos de la red; además que la Central Kennedy Norte-CNT cuenta con la tecnología necesaria en cuanto a elementos activos (OLT y ONT) para el montaje de una red GPON.

3.6 Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit PON

GPON, es un estándar en redes de acceso a fibra óptica, aprobado bajo cinco recomendaciones de la ITU-T G.984.X. Introducen una mejora en el transporte de tráfico IP y ATM a través de celdas de tamaño variable dando soporte a servicios de voz, Ethernet 10/100, Frame Relay, etc. Entre las ventajas del estándar GPON se encuentran:

- Alcance de hasta 20 Km. entre equipos de la central y el cliente, superando considerablemente la cobertura de la tecnología ADSL en red de cobre.
- Soporte para varias tasas de transferencia, incluyendo tráfico simétrico de 622 Mbps y 1.25 Gbps, mientras que en el tráfico asimétrico para voz y datos se utiliza la longitud de onda de 1310 nm a una tasa de datos de 1.25 Gbps en upstream y la longitud de onda de 1490 nm a una tasa de datos de 2.5 Gbps en downstream.
- Para video/TV utiliza la longitud de onda de 1550 nm en downstream.
- No se requiere de amplificador óptico.
- Facilidad de gestión, mantenimiento y operación desde la OLT hasta el ONT.
- Buscar sobre una misma infraestructura basada en IP la convergencia de servicios de telecomunicaciones.
- Además que el acceso a un medio compartido (la fibra óptica) requiere de un mecanismo que ayude a evitar colisiones entre las ONT/ONUs y garantice el ancho de banda a cada usuario,
- Los elementos de la red GPON deben estar sincronizados a una referencia temporal. Con lo cual se asigna periodos estrictos de tiempo mediante la técnica de multiplexación TDMA.

- La sincronización se complementa con el método de ranging y ecualización para que el acceso al medio de la ONT/ONU se produzca en el instante preciso, acorde a la distancia física que lo separa de la OLT. [19]

3.7 Componentes de la red GPON

La red GPON está dividida en tres secciones, como se muestra más adelante en la figura 3.2.

- Optical Line Terminal (OLT)
- Optical Network Terminal (ONT)
- Optical Distribution Network (ODN)

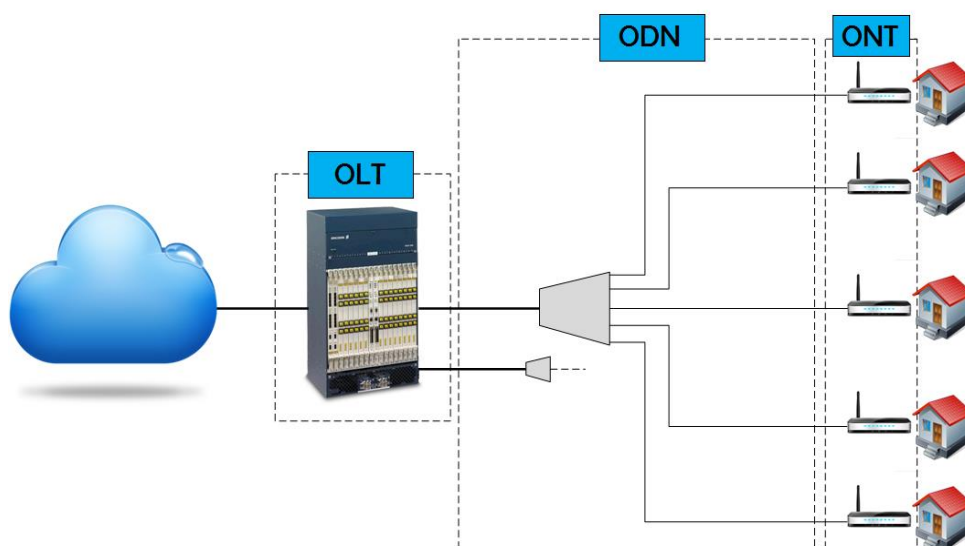


Figura 3.2: Componentes de la Red GPON. [20]

3.7.1 OLT

Elemento activo el cual se encuentra ubicado en la central; es de donde parten los hilos de fibra óptica a los diferentes sectores mediante uno o más niveles de splitters [21] ; su objetivo es distribuir el acceso a todos los usuarios de la red. Entre sus funciones se encuentra el control de tráfico de downstream y upstream a través de la ODN, gestión de banda, configuración de servicios etc. [22]

Además está compuesta por una tarjeta de ventiladores, 2 tarjetas de poder, 2 tarjetas de gestión y control, 2 tarjetas de uplink y 16 tarjetas de servicios PON, donde cada una consta de 8 puertos PON.

3.7.2 ONT

El ONT es el elemento final de la red, su objetivo es brindar el acceso de varios servicios a los usuarios [22]. Son los encargados de establecer una conexión con la OLT.

3.7.3 ODN

Es el conjunto de elementos pasivos que interconectan la OLT con el ONT, están instaladas de forma aérea o subterránea. Los elementos de la ODN son:

- Repartidor o Distribuidor Principal (ODF): Punto en el cual llegan los hilos de fibra óptica; permite la conexión de la planta externa con los puertos del equipo OLT.
- Armarios: Se encuentran ubicados en una determinada zona geográfica y es el punto de conexión entre la red feeder y red de distribución
- Mangas: Elemento que se encarga de proteger el empalme de fibra óptica de los rayos UV, su capacidad de soporte puede variar entre 12, 24, 48 hasta 96 hilos, dependiendo del tipo de instalación que se desea realizar.
- Splitters: Elemento pasivo, considerado como el divisor óptico en una red xPon, el cual dependiendo del nivel de splitter tendrá pocas entradas en comparación a las múltiples salidas que este elemento ocasiona, lo cual permite que muchos usuarios compartan un mismo hilo de fibra en una misma banda.
- NAP (Network Access Point): Punto de conexión entre la red de distribución y la red de acometida de cada abonado. En este punto de la red es donde se procederá a realizar las labores de mantenimiento.

En la figura 3.3 se muestran los elementos que conforman la ODN.



Figura 3.3: Elementos de la ODN.

3.8 Método de encapsulamiento GPON

Conocido como GEM, es un método de encapsulación el cual sirve para transportar varias tecnologías tales como ATM, TDM y Ethernet en la red.

En downstream el OLT utiliza la multiplicación por división de tiempo TDM y envía los datos a todos los ONT, cada ONT revisa la información que le corresponde mientras que el resto lo elimina, por seguridad se encripta la información mediante el protocolo AES, ocurre algo similar en upstream, en este caso los ONT se comunican con el OLT utilizando TDMA a través del mismo canal. [23]

El encabezado del estándar GEM contiene los siguientes campos:

Campo PLI: indicador de la longitud del payload.

Campo PORT ID (Identificación del Puerto): Asigna 4096 indicadores únicos de tráfico, permitiendo eficiencia en la multiplexación del tráfico.

Campo PTI (tipo de contenido): Indica que tipo de datos son transmitidos en la trama GEM, define la prioridad del dato.

Campo HEC: es una combinación del código BCH (39, 12,2) y un simple bit de paridad. [24]

La figura 3.4 muestra la multiplexación en upstream y downstream en una red GPON.

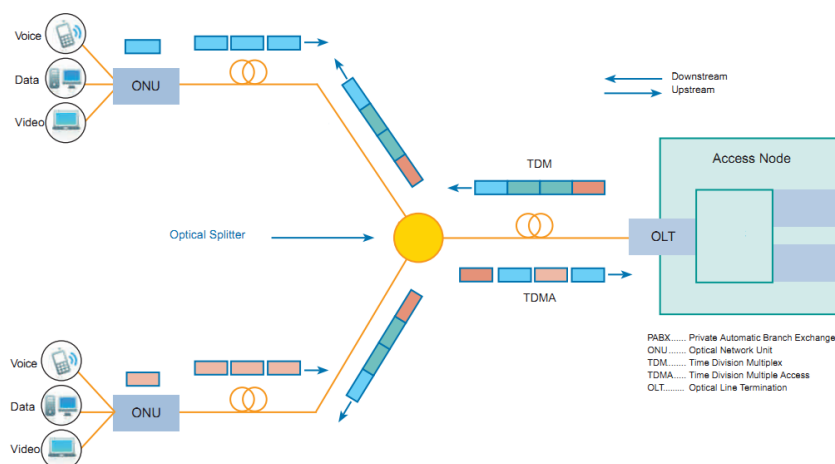


Figura 3.4: Multiplexación en downstream y upstream. [25]

3.9 Estándares para el diseño de red GPON

Dentro de los estándares de la ITU para nuestro diseño nos basaremos en los siguientes:

- G.652: Características de un cable de fibra óptica monomodo. En esta norma de la ITU se describen las características de una fibra monomodo tales como: la longitud de onda que está en el rango de 1310 nm a 1550 nm; entre las características del revestimiento tenemos que el diámetro es de 125 μm con una tolerancia de 1 μm ; el diámetro del campo modal varía entre 8.6 y 9.5 μm con una tolerancia de 0.7 μm ; el coeficiente de atenuación depende de la longitud de onda en la que se las utilice ya que si es en la ventana de los 1310 nm la atenuación es de 0.5 dB/Km mientras que si trabaja en la tercera ventana óptica la atenuación 0.4 dB/Km.
- G.652D: Cables de fibra óptica para feeder y distribución interna en urbanizaciones. Entre las características generales de este tipo de fibra, tenemos que el núcleo está compuesto por dióxido de silicio dopado, mientras que el recubrimiento contiene dióxido de silicio y el revestimiento está formado por acrilato contra los rayos Ultra Violeta. [26]. Este tipo de cable es utilizado para tendido canalizado y aéreo.
- G.657.A1: Cables de fibra óptica para Distribución interna en Edificios y Dispersión. La recomendación ITU-T G.657 ofrece características flexibles

para facilitar el despliegue en las calles, edificios y casas, además reduce el costo total de propiedad en una red FTTH; una de las subcategorías es la normativa G.657.A1 en donde el radio de diseño mínimo es de 10 mm aparte de ser totalmente compatible con la G.652.D, [27].

- G.984.1: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON); Características generales. En esta recomendación se describen las características generales de las redes GPON así como el alcance lógico, la red de acceso óptico, la red de distribución óptica, la terminación de línea óptica, entre otras definiciones; así también la arquitectura de la red y los diferentes escenarios que se pueden presentar por ejemplo FTTH, FTTB, FTTC y FTTN. [28].
- G.984.2: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON); Especificación de la capa dependiente de los medios físicos (PMD). En esta sección se detallan las velocidades de transmisión idóneas para las redes de acceso GPON, las mismas que son 2.488 Gbps en downstream y 1.244 Gbps en upstream; también se añaden las especificaciones ópticas para las OLT y la ONU para los dos tipos de aplicaciones: superposición de video y puramente digitales. [29]
- G.984.3: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON); Especificación de la capa de convergencia de transmisión. Esta normativa nos describe el Método de Encapsulación GPON, la arquitectura de multiplexación, los bloques funcionales de la OLT, ODN y ONU; además incluye especificaciones como la convergencia de transmisión de GPON, corrección de errores y seguridad. [30]
- G.984.4: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON); Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica. Esta recomendación provee las especificaciones de la administración y la interface de control de la ONT (OMCI) para GPON. Además se describe el canal y el protocolo para el intercambio de información entre la ONT y la OLT. [31].
- G.984.5: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON). En esta recomendación se especifican los rangos de longitud de onda reservados

para la implementación de servicios adicionales que se superponen a través de la multiplexación WDM.

3.10 Redes FTTX

Las redes FTTX es el tipo de infraestructura que se va a usar en la red y se clasifican dependiendo de hasta dónde llega la fibra óptica a partir de la OLT así como mencionaremos a continuación:

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

3.10.1 FTTN

Fiber to the Node o también conocido como Fibra hasta el Nodo en donde la fibra solo llega hasta un terminal remoto, a partir de ese punto el tendido es de cobre, así como se puede apreciar en la figura 3.5.

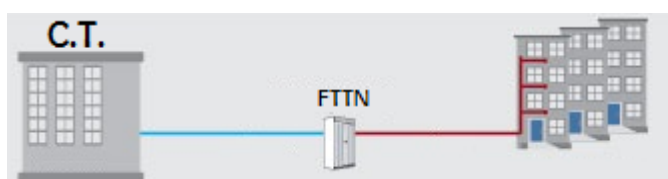


Figura 3.5: FTTN. [32]

3.10.2 FTTC

Fiber to the Curb, llamado también Fibra hasta la esquina, en este tipo de infraestructura la fibra óptica llega hasta la ONT y a partir de ahí, la información se envía a través de cobre, así como se puede apreciar en la figura 3.6.

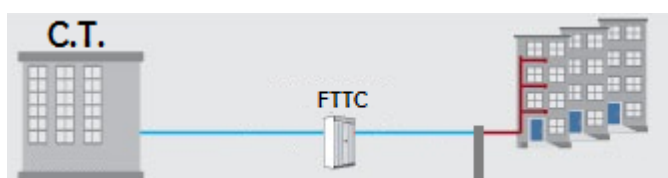


Figura 3.6: FTTC. [32]

3.10.3 FTTB

Fiber to the Building o Fibra hasta el Edificio, como su nombre lo indica la fibra óptica llega hasta los concentradores o enrutadores de los edificios, y se utiliza el tendido de cobre existente para proveer el servicio a todos los usuarios dentro del edificio, así como se puede apreciar en la figura 3.7.



Figura 3.7: FTTB. [32]

3.10.4 FTTH

Fiber to the Home o más conocida como Fibra hasta la casa, es la única infraestructura que llega hasta el usuario, toda la red es totalmente de fibra óptica. Con este tipo de red de acceso se pretende brindar el servicio a sólo un usuario por fibra, así como se puede apreciar en la figura 3.8.



Figura 3.8: FTTH. [32]

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE UNA RED GPON PARA SECTORES QUE CUBREN LA RUTA 27 DE LA CENTRAL NORTE CNT A MIGRAR.

La Central CNT-NORTE cubre un 70% en lo que se refiere a servicios de telefonía a los diferentes sectores que abastece la ruta 27 como Bloque #3 de Atarazana, Urbanización Río Guayas, Bloques FAE y Ciudadela Santa Leonor, sin embargo de ese amplio porcentaje sólo un 10% cuenta con el servicio de Internet mediante ADSL.

Esto se debe a que la mayoría de los sectores que se despliegan sobre la red de acceso actual se encuentran a una gran distancia de la Central; por tal motivo, muchos clientes al estar inconformes con el servicio se han visto obligados a contratar el servicio de datos con diferentes operadoras del país.

En la actualidad empresas como CLARO y TVCable ofertan servicios TRIPLE-PLAY sobre una red HFC lo que implica para los clientes una reducción de costos de manera considerable en comparación a contratar de manera individual los servicios, sin embargo la exigencia del cliente en cuanto a ancho de banda es cada vez mayor lo cual implica un mayor costo dependiendo del plan a contratar. Cabe mencionar que El plan de internet que corresponde a las velocidades de transmisión entre 500 Kbps y 1 Mbps, compartición 8:1 en tarifa promedio fue de \$ 24,59 en el 2014, mientras que en 2013 fue de \$ 29,80. [33]

Entonces al querer satisfacer la necesidad de los clientes en lo referido a ancho de banda se plantea tener una infraestructura completa de fibra óptica en la que se reduzca el número de elementos activos para que se dé una transmisión libre de errores con una alta capacidad de transferencia de datos.

En la figura 4.1 podemos observar la participación en el mercado nacional de diferentes prestadores de servicio de telecomunicaciones en lo referido a telefonía fija, telefonía móvil, audio y video por suscripción e internet.

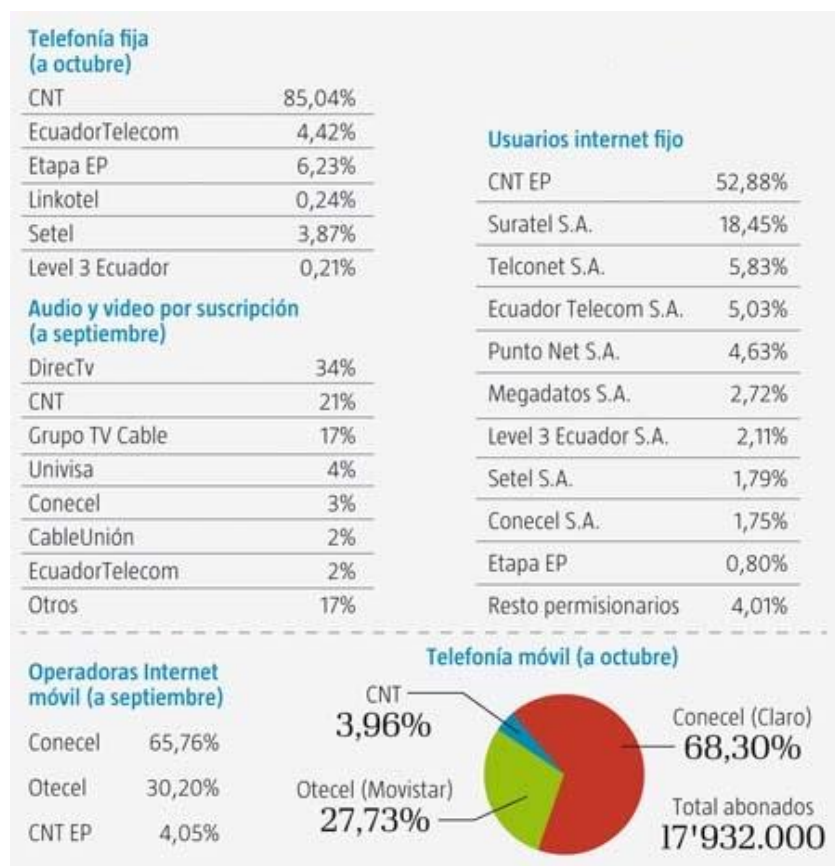


Figura 4.1: Participación del mercado de las empresas en sectores de telecomunicaciones. [33]

4.1 Diagnóstico de la situación actual de los sectores que cubre la ruta 27.

Para un análisis más exhaustivo se ha realizado una subdivisión que consta de las 4 áreas mencionadas en la sección 4.1 como se detalla en la figura 4.2.



Figura 4.2: Sectores de la Ruta 27.

- Sector 1: Se encuentra comprendida por el Bloque # 3 de la Atarazana, además a este sector lo abastece el distrito D-407 cuya capacidad es de 300 pares; en este sector 181 abonados cuentan con el servicio de telefonía fija, esto representa aproximadamente el 60% de la capacidad del distrito de los cuales 30 abonados contrataron el servicio de datos mediante la tecnología ADSL.
- Sector 2: Comprende los Bloques de la FAE; este sector se abastece por el distrito D- 458 cuya capacidad es de 400 pares; en este sector 217 abonados cuentan con el servicio de telefonía fija, esto representa aproximadamente el 54% de la capacidad del distrito de los cuales 40 abonados contrataron el servicio de datos mediante la tecnología ADSL.

- Sector 3: Comprende la Urbanización Río Guayas; este sector se abastece por los distritos D-413 y D-414, donde la capacidad de cada distrito es de 250 y 150 pares respectivamente. Un total de 196 abonados cuentan con el servicio de telefonía fija, de esa cantidad sólo un abonado ha contratado el servicio de datos mediante ADSL.
- Sector 4: Comprende la Ciudadela Santa Leonor y sector comercial, este sector se abastece por los distritos D-410 y D-411, cuya capacidad es de 150 y 200 pares respectivamente. Además un total de 140 abonados cuentan con el servicio de telefonía fija y sólo un abonado con el servicio de datos mediante ADSL.

En la tabla 5 se resume la cantidad de clientes que tienen el servicio de telefonía fija y el servicio de internet en los sectores de la ruta 27.

SECTOR	DISTRITOS	CAPACIDAD	CLIENTES FIJO	CLIENTES ADSL
ATARAZANA	407	300	181	30
SANTA LEONOR	410	150	54	0
	411	200	92	1
URB. RIO GUAYAS	413	250	129	0
	414	150	127	1
BLOQUES DE LA FAE	458	400	217	40
TOTAL			800	72

Tabla 5: Servicios ofertados por la CNT a los sectores de la ruta 27. [2]

4.2 Topología propuesta para el diseño de red GPON

En la figura 4.3, se muestra la topología punto-multipunto que será nuestra base para la propuesta de diseño.

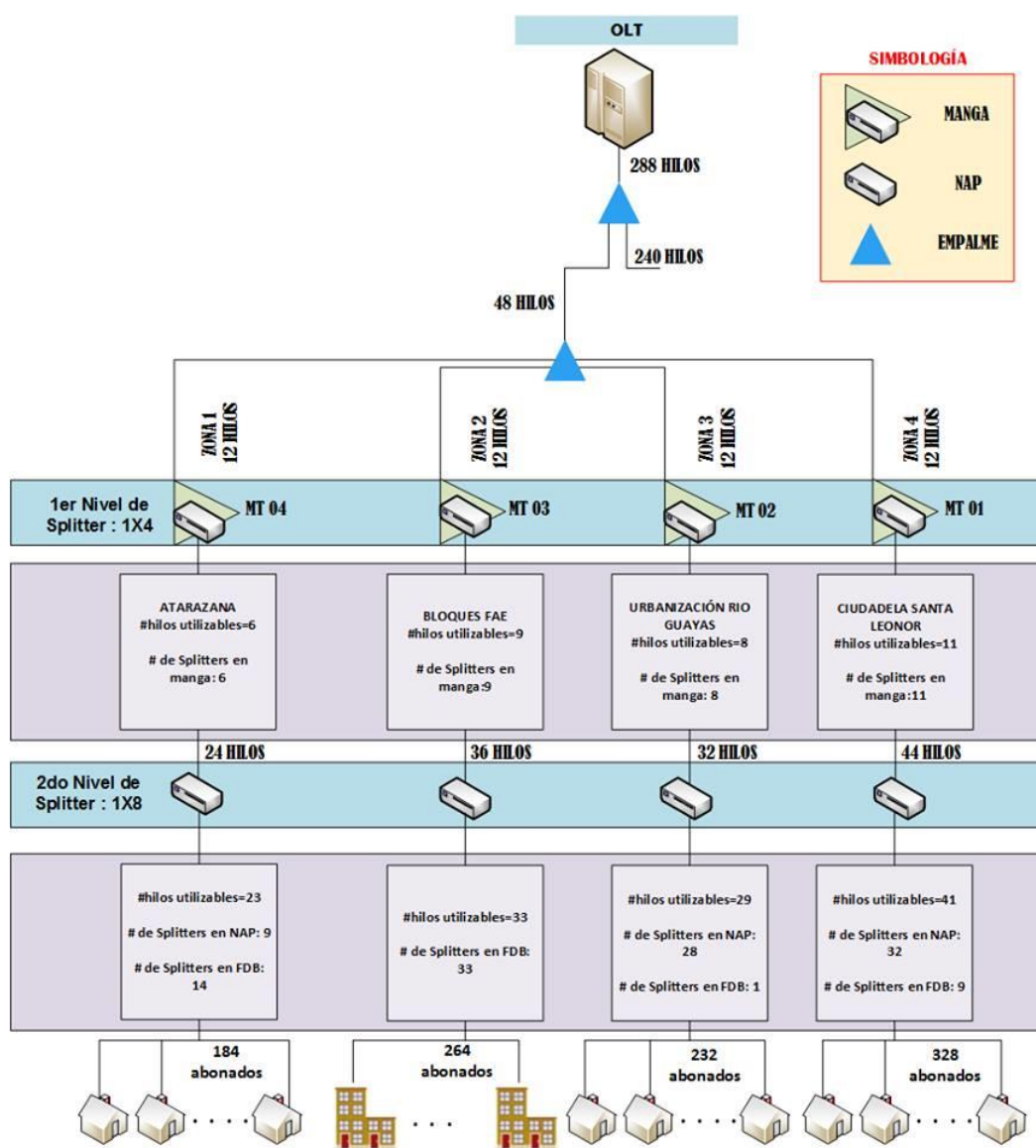


Figura 4.3: Esquema de diseño para la Red GPON.

Cabe destacar que la OLT se encuentra instalada en la Central Kennedy Norte, de donde sale canalizada la red troncal o feeder en forma de anillo con un cable de capacidad de 288 hilos de tipo UIT-T G.652D, de estos 288 hilos se utilizarán 48 hilos para alimentar a los diferentes armarios ópticos de distribución de las diferentes zonas que conforman la ruta 27. En el centro de distribución o armario óptico se instalará el primer nivel splitters de tipo 1x4; la cantidad de splitters a utilizar dependerá de los abonados que existan por zona, donde se puede tener un máximo de 12 splitters ya que cada armario o manga será abastecido por un

buffer de 12 hilos del cable feeder de 48 hilos. Luego, de las mangas salen los diferentes cables de distribución para alimentar a las NAPs ó FDBs, donde se instalará el segundo nivel de splitter de 1x8. Por tal motivo se establece que cada puerto PON abastecerá a 32 clientes.

4.3 Simbología

Los símbolos de los elementos para la infraestructura de Red GPON a utilizar en nuestro diseño han sido creados por la CNT.E.P. Cada elemento cuando se grafica en AUTOCAD se lo deberá añadir a una capa que contiene una serie de atributos que deberán ser ingresados acorde al diseño.

En la tabla 6 se presenta la simbología de los elementos activos y pasivos de la red GPON.

DESCRIPCION	PROYECTADO	EXISTENTE
RACK DE PISO 9'x20"		
OLT DE DISTRIBUIDOR		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA AÉREA		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DOBLE CONECTOR		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DE PISO		
EDIFICIO CON RED GPON		
EMPALME DE FIBRA		
EMPALME DE FIBRA Y SPLITTER		
FIBRA ÓPTICA		
ONT (ABONADO)		
SPLITTER DE UNA ENTRADA		
HILOS DE RESERVA DE FIBRA		
ODF-REDES GPON		

Tabla 6: Simbología de elementos de Red GPON. [2]

Adicionalmente en la tabla 7, se presenta la simbología utilizada de canalización y postería.

DESCRIPCIÓN	EXISTENTE	PROYECTADO	DESMONTAJE
POSTE DE HORMIGÓN ARMADO (CIRCULAR Y CUADRADO)	e/t= eléctrico o telefónico 11/9 = dimensión t= con red telefónica		
POZO O CÁMARA DE (48, 80, 100) BLOQUES			calzada pavimento
Ocupación Canalización 2 vías	POZO ANTERIOR, POSTERIOR VIA OCUPADA(D), VACIA (>)(V) VIA SEMI OCUPADA (<S)		
Ocupación Canalización 4 vías	POZO ANTERIOR, POSTERIOR VIA OCUPADA(D), VACIA (>)(V) VIA SEMI OCUPADA (<S)		
SUBIDA A POSTE (FIBRA ÓPTICA)			
EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN DE FIBRA ÓPTICA			

Tabla 7: Simbología de canalización y postería. [2]

4.4 Red de canalización

Antes de comenzar con el diseño de la red de feeder se procede a verificar los tramos de canalización existente desde la Central Kennedy Norte de la CNT E.P. hasta las diferentes zonas que comprende la ruta 27, ya que este cable se debe enrutar de manera canalizada. En la figura 4.4 se puede observar un tramo de la red de canalización existente en la Avenida Plaza Dañín.



Figura 4.4: Tramo de Red de Canalización en Avenida Plaza Dañín.

En caso de aumentar canalización se consideran los siguientes criterios de acuerdo a la Norma Técnica de Diseño de la ODN de la CNT E.P:

- Se proyectará canalización de cuatro vías que incluyen triductos, en las vías principales.
- Se proyectará canalización de dos que incluyen triductos en las vías principales.
- Para el caso del pozo de ingreso al FDH debe considerarse pozos de 80 bloques.
- Para subidas a poste se mantienen las especificaciones técnicas de canalización de la CNT E.P.
- Para la construcción de canalización, pozos y cajas de revisión, se considera las especificaciones técnicas de canalización de CNT E.P.

4.5 Diseño de la red feeder

Existen varias maneras al momento de diseñar el cable troncal o feeder, una de ellas es la topología a seleccionar, la cual puede ser en bus (sector residencial) o en anillo (sector masivo y comercial); actualmente en la Central Kennedy Norte de CNT está ubicada una OLT, en la que se encuentra conectado el cable feeder G652D de capacidad de 288 hilos. Este cable feeder se encuentra instalado de forma canalizada. A su vez la topología seleccionada por el personal de CNT fue un anillo debido a que los sectores que se encuentran alrededor del mismo tienden a una alta demanda comercial; aprovechando que éste cable atraviesa un tramo que corresponde a la Avenida Carlos Plaza Dañín se ha decidido para efectos de diseño realizar una derivación “sangrado” del cable principal de 288 hilos, que se fusiona con un cable G652D de 48 hilos que es la capacidad disponible en el cable principal; del cable de 48 hilos sólo se utilizarán 34 hilos, que es la capacidad necesaria para abastecer a las diferentes zonas a migrar.

Para realizar el diseño se procede con la identificación del cable de la red feeder y la cuantificación de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica de Dibujo y Diseño de la ODN de la CNT E.P.

4.5.1 Identificación de la red feeder

En primer lugar se empieza a enumerar los distritos conforme a la distancia que se encuentren ubicado a la OLT, donde el más lejano le corresponde el número 1 y se alimenta con el primer buffer de la fibra principal.

Los cables se identifican con cinco atributos: el primero indica que la fibra es troncal (FT), el segundo señala el orden con que sale de la OLT, el tercer campo muestra la derivación a nivel de empalme o sangrado, el cuarto atributo corresponde a la capacidad del cable y el quinto atributo corresponde a los hilos activos durante el trayecto. En la figura 4.5 se puede observar un ejemplo de identificación del cable feeder.

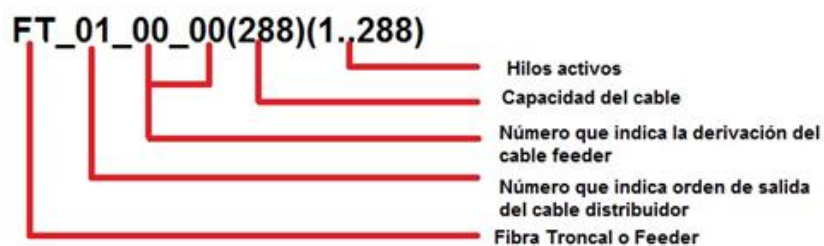


Figura 4.5: Identificador del Cable Feeder.

4.5.2 Distribución del cable feeder por zona a migrar.

Desde la OLT sale el cable feeder FT_02_00_00 (288) (1..288) de 288 hilos del cual se realizará una derivación de 48 hilos obteniendo el cable FT_02_01_00 (48)(1..48), es éste cable el que se empieza a distribuir desde la zona más lejana hasta la más cercana como se detalla a continuación:

En la figura 4.6 se observa un diagrama esquemático de la red feeder con sus derivaciones y los hilos a fusionar para atender las diferentes zonas a migrar.

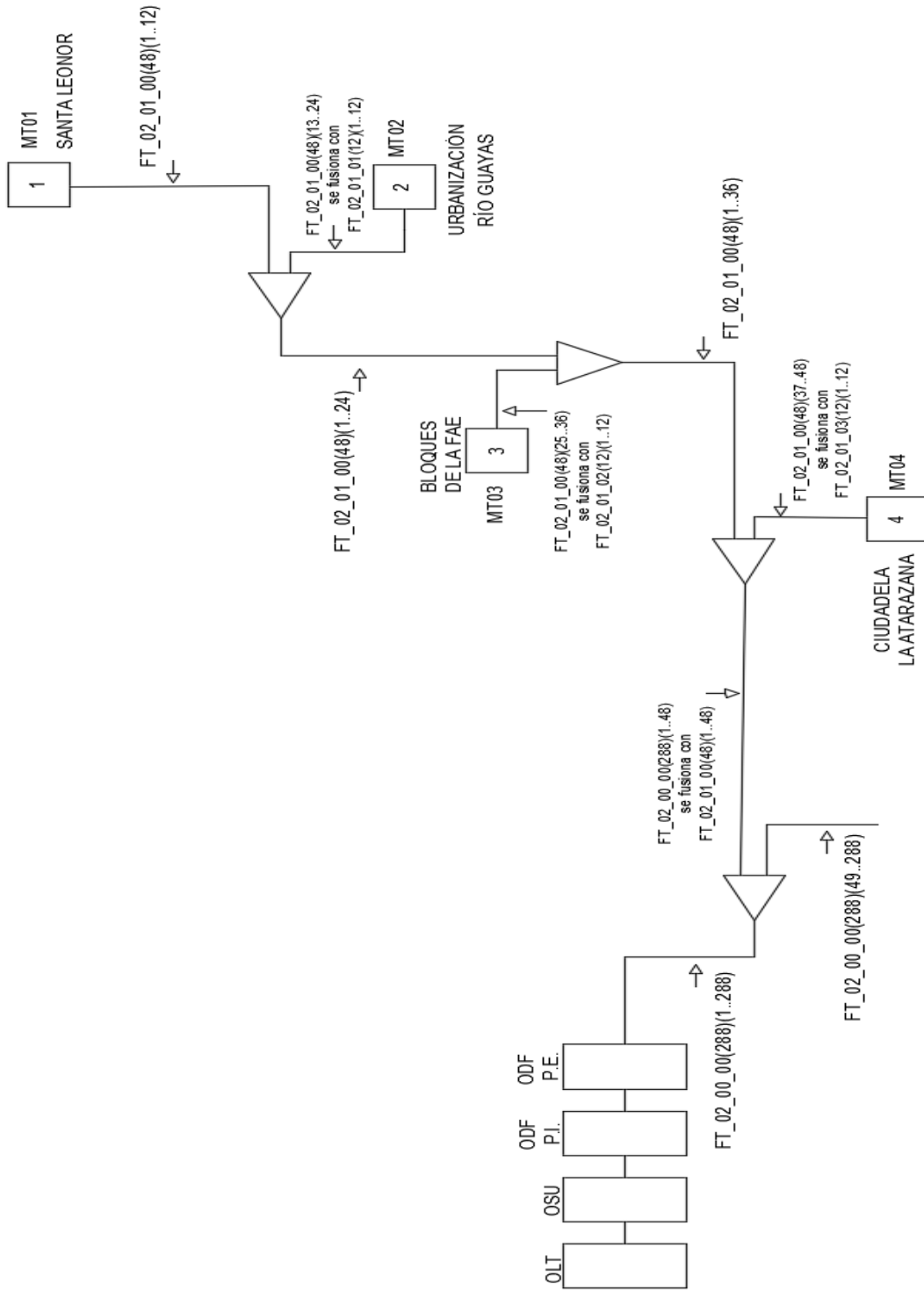


Figura 4.6: Diagrama Esquemático de la Red Feeder.

- En la Ciudadela Santa Leonor (MT01) se procede a dejar EL PRIMER BUFFER del cable feeder de 48 hilos, el cual corresponde a FT_02_01_00 (48) (1..12).
- En la Urbanización Río Guayas (MT02) se tiene la PRIMERA derivación del cable feeder FT_02_01_00 (48) (13..24) el cual se fusionará con el cable FT02_01_01 (12)(1..8).
- En los Bloques de FAE (MT03) se tiene la SEGUNDA derivación del cable feeder FT02_01_00(48)(25..36) el cual se fusionará con el cable FT02_01_02(12)(1..9).
- Finalizando, con la Ciudadela La Atarazana (MT04) donde se tiene la ÚLTIMA derivación del cable feeder FT02_01_00(48)(37..48) el cual se fusionará con el cable FT02_01_03(12)(1..6).

4.5.3 Cuantificación de feeder por zona a cubrir

La cuantificación del cable feeder dependerá de las reservas técnicas, reservas por demanda y reservas por preparación de punta consideradas durante nuestro trayecto.

De acuerdo con la normativa técnica de la CNT E.P se deberá dejar 20 metros de reserva técnica por cada 400 metros de trayecto del cable feeder, además se consideran 30 metros por reserva de demanda que es la que se efectuará en cada armario o centro de distribución o donde se planifique tener una demanda futura y por último se tendrán las reservas por preparación de punta de 15 metros.

En la tabla 8 se muestra la simbología utilizada en la figura 4.7 para representar el diseño del cable feeder desde la OLT hasta las diferentes zonas.










Nombre	Simbología	Descripción
Fibra óptica Existente		Fibra Optica instalada
Fibra óptica Proyectada		Fibra Optica no instalada
Manga		
FT_02_00_00(288)(1..288)		Fibra óptica con topología de anillo con capacidad de 288 hilos
FT_02_01_00(48)(1..48)		Feeder secundario, derivación o sangrado del feeder principal (existente) con capacidad de 48 hilos
FT_02_01_03(12)(1..12)		Tercera derivación del feeder secundario con capacidad de 12 hilos, hilos a utilizar: 6
FT_02_01_02(12)(1..12)		Segunda derivación del feeder secundario con capacidad de 12 hilos, hilos a utilizar: 9
FT_02_01_01(12)(1..12)		Primera derivación del feeder secundario con capacidad de 12 hilos, hilos a utilizar: 8
FT_02_01_00(48)(1..12)		Primer buffer de 12 hilos del feeder secundario de 48 hilos, hilos a utilizar: 11

Tabla 8: Simbología utilizada para el diseño del Feeder.

En la figura 4.7 se muestra el feeder principal (color verde) en forma de anillo el cual sale desde la OLT ubicada en la ciudadela Kennedy Norte, actualmente éste ya se encuentra construido, el feeder secundario (color azul) es una derivación del feeder principal, mientras que las fibras de color amarillo representa a las tres derivaciones del feeder secundario.



Figura 4.7 : Diseño de la Red Feeder.

4.5.4 Ciudadela La Atarazana

En la figura 4.8 el tramo A-B corresponde al feeder principal (verde), el tramo B-C al feeder secundario (azul) y el tercer tramo que es la tercera derivación del feeder secundario (amarillo) que va desde C hasta D, donde actualmente se encuentra ubicado el distrito 407 de la red de cobre.

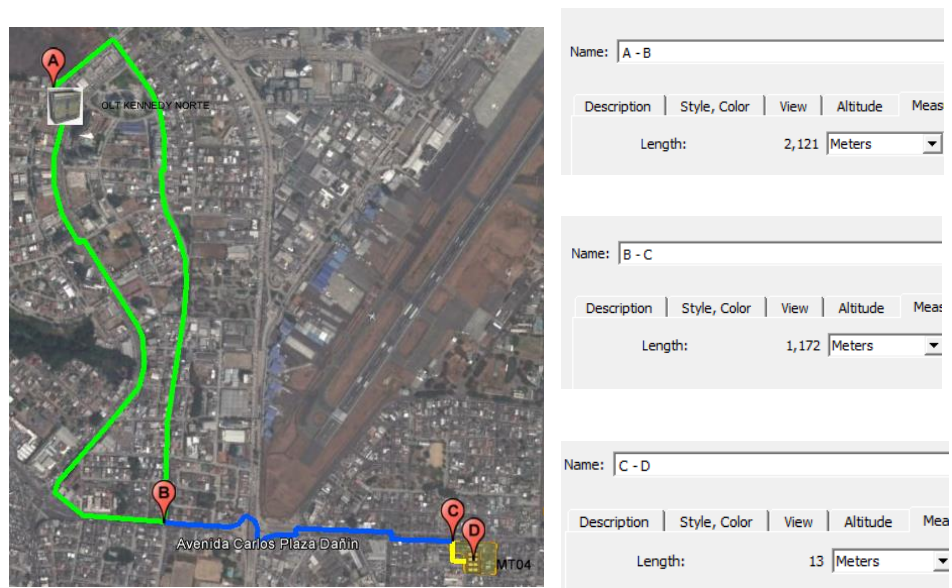


Figura 4.8: Diseño del cable Feeder hasta la Ciudadela La Atarazana (MT04).

En la tabla 9 se detalla por tramos la cuantificación del cable Feeder desde la OLT hasta la manga MT04, tal como se muestra a continuación.

Detalle	Fibra óptica	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
A hasta B	FT_02_00_00			2121
B hasta C	FT_02_01_00			1172
C hasta D	FT_02_01_03			13
Reservas por demanda	FT_02_00_00	1	30	30
Reservas técnicas	FT_02_00_00	6	20	120
Reservas por demanda	FT_02_01_00	3	30	90
Reservas técnicas	FT_02_01_00	3	20	60
Reservas por punta	FT_02_01_00	1	15	15
Reservas por punta	FT_02_01_03	2	15	30
TOTAL DE LONGITUD DE FIBRA OPTICA				3651

Tabla 9: Cuantificación del cable Feeder hasta la Ciudadela Atarazana (MT04).

4.5.5 Bloques de la FAE

En la figura 4.9, el tramo A-B corresponde al feeder principal (verde), el tramo B-E al feeder secundario (azul) y el tercer tramo que es la segunda derivación del feeder secundario (amarillo) que va desde E hasta F, donde actualmente se encuentra ubicado el distrito 458 de la red de cobre.

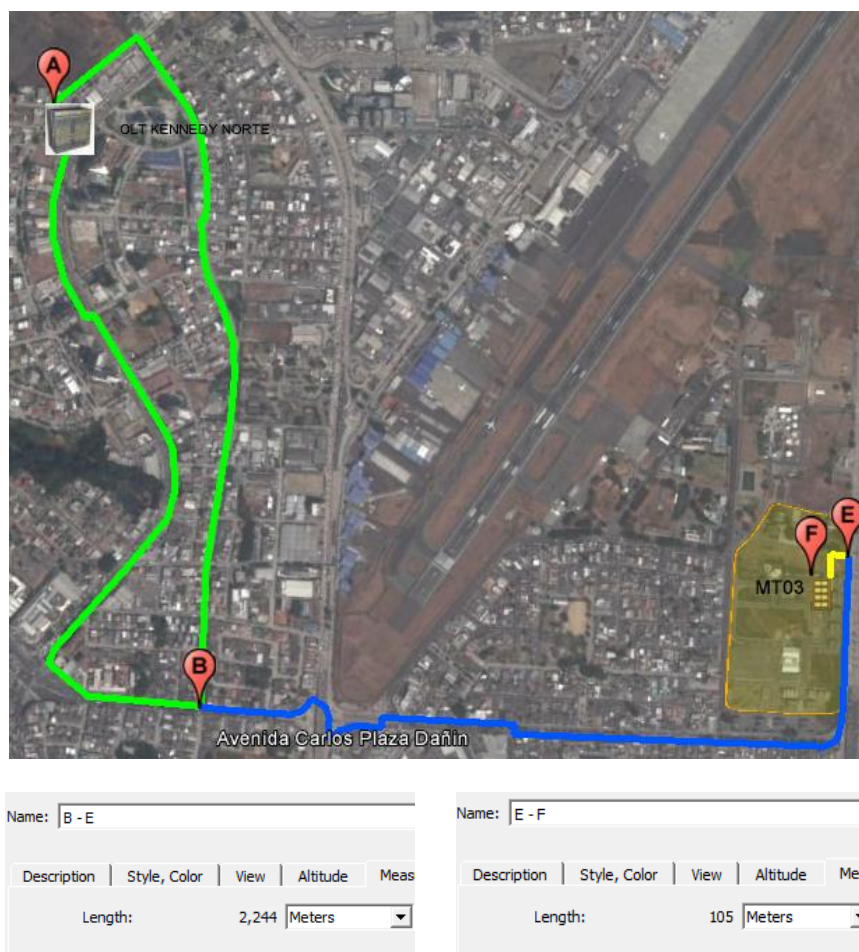


Figura 4.9: Diseño del cable Feeder hasta los Bloques de la FAE (MT03).

En la tabla 10 se detalla por tramos la cuantificación del cable Feeder desde la OLT hasta la manga MT03, tal como se muestra a continuación.

Detalle	Fibra óptica	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
A hasta B	FT_02_00_00			2121
B hasta E	FT_02_01_00			2244
E hasta F	FT_02_01_02			105
Reservas por demanda	FT_02_00_00	1	30	30
Reservas técnicas	FT_02_00_00	6	20	120
Reservas por demanda	FT_02_01_00	5	30	150
Reservas técnicas	FT_02_01_00	6	20	120
Reservas por punta	FT_02_01_00	1	15	15
Reservas por punta	FT_02_01_02	2	15	30
TOTAL DE LONGITUD DE FIBRA OPTICA				4935

Tabla 10: Cuantificación del cable Feeder hasta los Bloques de la FAE (MT03).

4.5.6 Urbanización Río Guayas

En la figura 4.10, el tramo A-B corresponde al feeder principal (verde), el tramo B-G al feeder secundario (azul) y el tercer tramo que es la primera derivación del feeder secundario (amarillo) que va desde G hasta H, donde actualmente se encuentra ubicado el distrito 413 de la red de cobre.



Figura 4.10: Diseño del cable Feeder hasta la Urbanización Río Guayas (MT02).

En la tabla 11 se detalla por tramos la cuantificación del cable Feeder desde la OLT hasta la manga MT02, tal como se muestra a continuación.

Detalle	Fibra óptica	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
A hasta B	FT_02_00_00			2121
B hasta C	FT_02_01_00			2909
C hasta D	FT_02_01_01			844
Reservas por demanda	FT_02_00_00	1	30	30
Reservas técnicas	FT_02_00_00	6	20	120
Reservas por demanda	FT_02_01_00	6	30	180
Reservas técnicas	FT_02_01_00	7	20	140
Reservas por punta	FT_02_01_00	1	15	15
Reservas por punta	FT_02_01_00	2	20	40
Reservas por demanda	FT_02_01_01	2	15	30
TOTAL DE LONGITUD DE FIBRA OPTICA				6429

Tabla 11: Cuantificación del cable Feeder hasta la Urbanización Río Guayas (MT02).

4.5.7 Ciudadela Santa Leonor

En la figura 4.11 el tramo A-B corresponde al feeder principal (verde) y el tramo B-I al feeder secundario (azul), donde actualmente se encuentra ubicado el distrito 413 de la red de cobre.

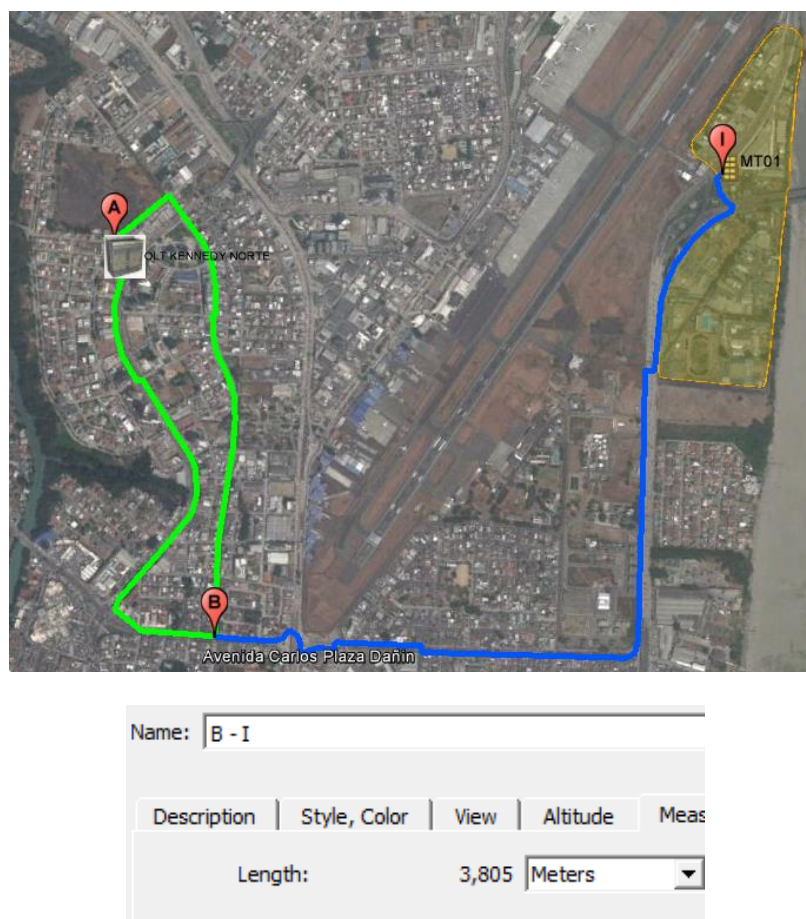


Figura 4.11: Diseño del cable Feeder hasta la Ciudadela Santa Leonor (MT01).

En la tabla 12 se detalla por tramos la cuantificación del cable Feeder desde la OLT hasta la manga MT01, tal como se muestra a continuación.

Detalle	Fibra óptica	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
A hasta B	FT_02_00_00			2121
B hasta C	FT_02_01_00			3805
Reservas por demanda	FT_02_00_00	1	30	30
Reservas técnicas	FT_02_00_00	6	20	120
Reservas por demanda	FT_02_01_00	6	30	180
Reservas técnicas	FT_02_01_00	7	20	140
Reservas por punta	FT_02_01_00	1	15	15
Reservas por punta	FT_02_01_00	2	20	40
Reservas por demanda	FT_02_01_01	2	15	30
TOTAL DE LONGITUD DE FIBRA OPTICA				6481

Tabla 12: Cuantificación del cable Feeder hasta la Ciudadela Santa Leonor (MT01).

4.6 Diseño de la Red de Distribución

Para diseñar la red de distribución se tuvo que decidir entre utilizar armarios (FDH) o mangas porta splitter (MT). La instalación de manga porta splitter es dimensionada para cualquier diseño que deseamos efectuar, y también representa un ahorro económico frente a la instalación de armarios; el costo de un armario está alrededor de \$15000.00, a diferencia de la manga porta splitter, cuyo costo es de \$1500.00, razón por la cual hemos escogido utilizar mangas.

Otros aspectos a considerar al momento de diseñar la red de distribución son los siguientes:

- Inspección previa del sector donde se instalen las mangas para verificar la existencia de canalización, pozos y ducterías.
- Verificación de postería existente, la cual es utilizada actualmente para alumbrado público y así mismo para el tendido de la red de dispersión de cobre de la CNT E.P.
- Las mangas proyectadas se instalarán de forma canalizada en el sitio donde se encuentran los diferentes distritos (armarios de distribución) de la red de cobre debido a que están instalados sobre las cámaras telefónicas.

En la figura 4.12 se puede observar el reporte fotográfico de la Ciudadela La Atarazana.



Figura 4.12: Inspección de la Ciudadela La Atarazana

En las figuras 4.13 se puede observar el reporte fotográfico de los Bloques de la FAE.



Figura 4.13: Inspección de los Bloques de la FAE

En las figuras 4.14 se puede observar el reporte fotográfico de Urbanización Río Guayas.



Figura 4.14: Inspección de la Urbanización Río Guayas

En las figuras 4.15 se puede observar el reporte fotográfico de la Ciudadela Santa Leonor.



Figura 4.15: Inspección de la Ciudadela Santa Leonor

En cuanto al cableado en la red de distribución, se va utilizar el cable de fibra óptica ADSS tipo G652-D cuya capacidad va desde 6 hasta 96 hilos, la instalación de éste cable será de forma aérea. Este cable saldrá desde la manga donde se tendrá el primer nivel del splitter que es de 1:4 hasta las NAPs o FDBs que tendrán el segundo nivel de splitter de 1:8.

Para el tendido del cable se utilizarán herrajes de retención, suspensión y preformados de acuerdo al diámetro del cable de distribución que se seleccione.

Finalmente, se realizará la cuantificación total del cable a utilizar en la red de distribución donde se deberá considerar los siguientes aspectos:

- Recorrido canalizado del cable entre la manga (MT) y el primer poste: 30 metros.
- Altura promedio del poste: 8 metros
- Separación promedio entre postes: 40 metros
- Preparación de la punta del cable de fibra óptica en el armario o manga: 15 metros.
- Preparación de la punta del cable de fibra óptica en la última caja: 3,5 metros.
- Sangrado en las cajas ópticas (NAPs): 6,5 metros.

4.6.1 Identificación del cable de distribución

Los cables se identifican con cinco atributos: el primero indica que la fibra es de distribución (FD), el segundo señala el orden con que sale de la manga porta splitter (MT) o armario (FDH), el tercer campo muestra la derivación a nivel de empalme o sangrado considerando el orden de la distribución de hilos, el cuarto atributo corresponde a la capacidad del cable y el quinto atributo corresponde a los hilos activos durante el trayecto.

En la figura 4.16 se muestra la identificación para un cable de distribución de 24 hilos.

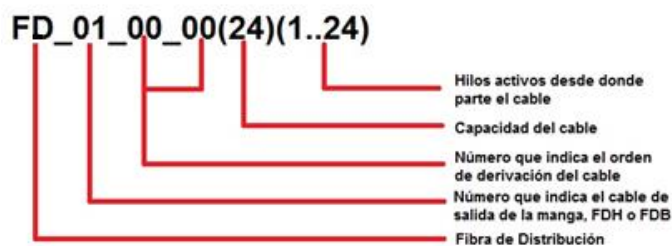


Figura 4.16: Identificación del cable de Distribución. [2]

4.6.2 Diagrama esquemático de red de distribución GPON

Para comenzar con el diseño de la red de distribución se procede a dar una breve explicación de los parámetros a considerar en el mismo. En primer lugar se procede a enumerar las cajas ópticas desde la más lejana hasta la más cercana al centro de distribución de forma ascendente; además existirán cajas ópticas donde saldrán diferentes tipos de cables, es ahí donde se tienen derivaciones del cable principal. En la figura 4.17 se puede observar un diagrama esquemático de la red de distribución GPON utilizando postiería.

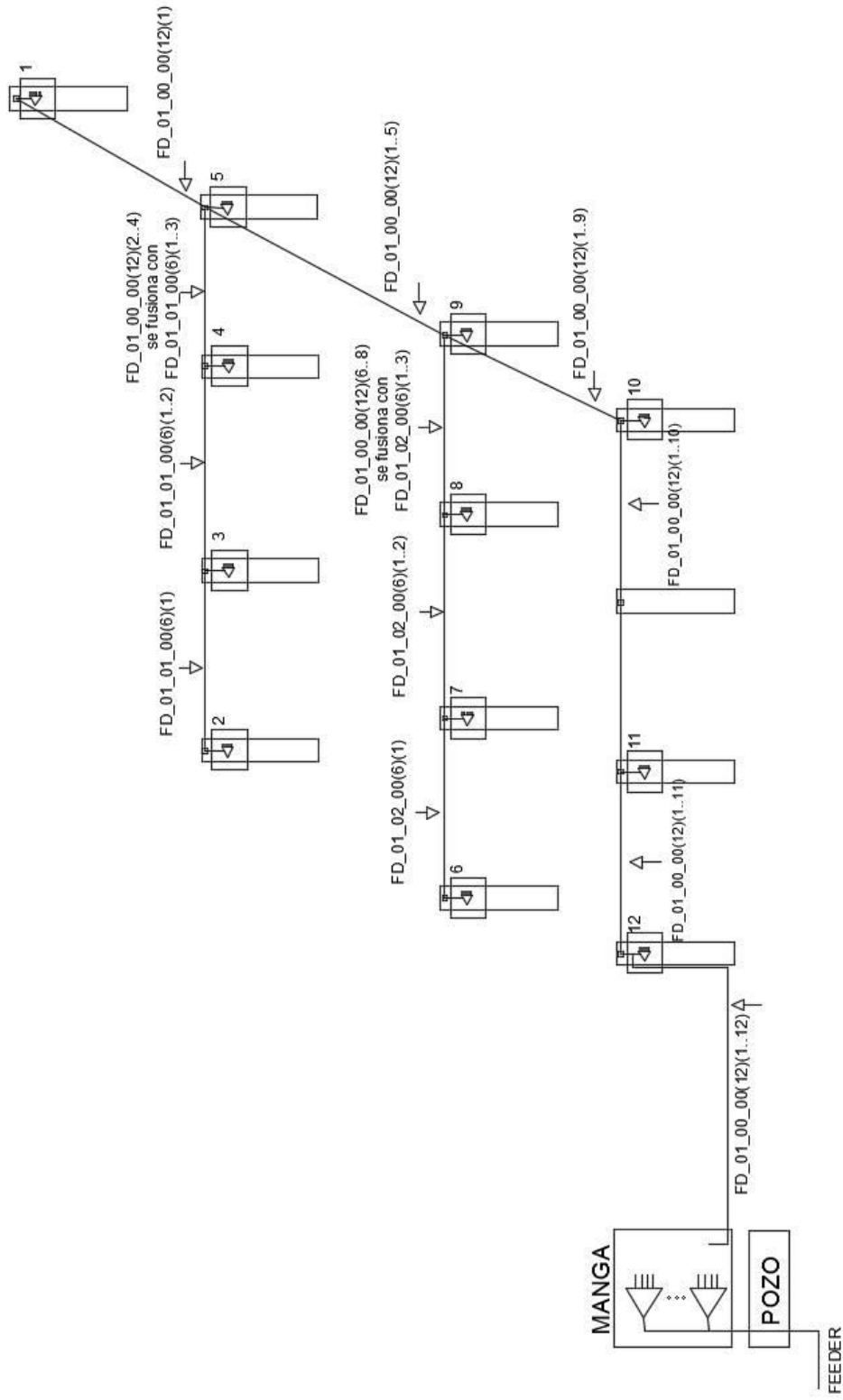


Figura 4.17: Diagrama esquemático de la Red de Distribución Aérea para Casas

El cable FD_01_00_00(12)(1..12) sale de la manga (MT) en donde se encuentra el primer nivel de splitter(1:4) para alimentar a las 12 cajas de distribución óptica en donde se encuentra el segundo nivel de splitter (1:8). Con respecto a las derivaciones se tienen las siguientes:

- En la caja 5 se tiene la primera derivación del cable de 12 hilos donde ingresa el cable FD_01_00_00(12)(1..5), del cual en la caja se queda el hilo 5 y salen dos cable : el primero será un cable para alimentar a las cajas 2, 3 y 4 que es el FD_01_01_00(6)(1..3) que se fusionará con el FD_01_00_00(12)(2..4) y el segundo cable que sale es el que alimentará a la caja 1 que es FD_01_00_00(12)(1).
- En la caja 9 se tiene la segunda derivación del cable de 12 hilos donde ingresa el cable FD_01_00_00(12)(1..9), del cual en la caja se queda el hilo 9 y salen dos cables: el primero será un cable para alimentar a las cajas 6, 7 y 8 que es el FD_01_02_00(6)(1..3) que se fusionará con el FD_01_00_00(12)(6..8) y el segundo cable que sale es el que alimentará a la cajas del 1 al 5 que es FD_01_00_00(12)(1..5).
- En la caja 10, 11 y 12 no se tienen derivaciones por lo cual el hilo que se queda del cable de 12 hilos es el 10, 11 y 12 respectivamente.

El diagrama esquemático que se mostró en la figura 4.17 es el modelo que se utilizará para el diseño de la red de distribución.

4.6.3 Herrajes en la distribución aérea

Como se había mencionado en la sección anterior la distribución del cable que sale desde la manga hasta las NAPs será de forma aérea, por lo que se necesitarán herrajes para la retención del cable, estos herrajes son los siguientes:

- **Herraje Terminal o de Retención:** Se utilizan en postes donde se encuentren instaladas las NAPs; además considerando la cantidad de cables de fibra óptica que estén cruzando por el poste y los cambios de dirección del cable, se tienen los diferentes tipos de herrajes, I (un cable), II (2 cables) y III (3 cables). Para el ejemplo de la figura 4.17 se tienen los siguientes herrajes:

- Herraje tipo I: Cajas 1, 2, 6 y 12.
- Herraje tipo II: Cajas 3, 4, 7, 8, 10 y 11.
- Herraje tipo III: Cajas 5 y 9.

En la figura 4.18 se muestran los diferentes tipos de herrajes.

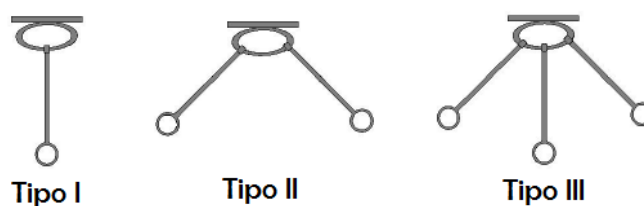


Figura 4.18: Herrajes Terminales o de Retención. [2]

Al utilizar este tipo de herraje se deben usar preformados donde su diámetro va depender de la capacidad del cable de fibra óptica a utilizar como se muestra en la tabla 13.

CAPACIDAD DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA	PREFORMADO DATOS REFERENCIALES
96 HILOS	13-13.7 mm
72 HILOS	12-12.6 mm
48 HILOS	12-12,8 mm
24 HILOS	12-12,8 mm
12 HILOS	12-12,8 mm
6 HILOS	12-12,8 mm

Tabla 13: Preformado de acuerdo al diámetro del cable de fibra óptica. [2]

- **Herrajes de Suspensión:** Se utiliza uno por cada poste donde no se instalen NAPs, lo que significa que permitirá el paso del cable siempre y cuando su trayectoria no presente cambios de dirección y que no supere el diámetro especificado por el fabricante del cable de fibra óptica a ser instalado, como se mostró en la figura 4.17 en el poste ubicado entre la caja de distribución 10 y 11.

En la figura 4.19 se muestra el herraje de suspensión.



Figura 4.19: Herraje de Suspensión. [34]

4.6.4 Ciudadela La Atarazana

En el sitio donde se encuentra ubicado el distrito 407 con capacidad para 288 abonados de la red de cobre, se procede a colocar una manga (MT04) con 6 splitters de nivel 1:4; de esta manga salen tres fibras de distribución con capacidad de 12, 6 y 12 respectivamente, las que serán instaladas conforme a la distancia desde nuestra primera NAP (más lejana) al centro de distribución o manga. En la figura 4.20 se puede observar la red de distribución de los tres cables principales (FD_01, FD_02 y FD_03) y sus respectivas derivaciones (FD_01_01, FD_01_01_01 y FD_02_01).



Figura 4.20: Red de Distribución de la Ciudadela La Atarazana.

Donde:

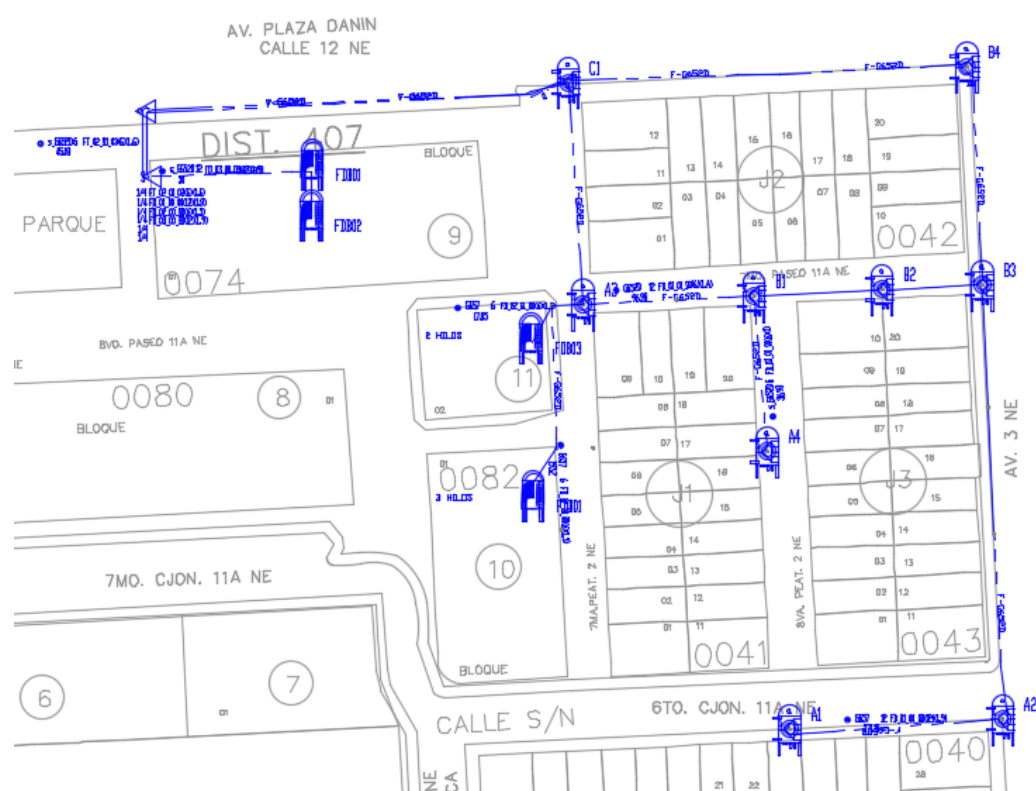
FD_01_00_00 (12) (1..9): Representa a la primera fibra de distribución principal con capacidad de 12 hilos, en el cual se necesitan 9 hilos para alimentar a las cajas ópticas A1-A4, B1-B4 y C1, éstas cajas tendrán el segundo nivel de splitter de 1:8 dándonos la garantía de abastecer a aproximadamente a 72 clientes y poder brindar un servicio a posibles clientes futuros; además se tiene las siguientes derivaciones de este cable de distribución.

- FD_01_01_00(6)(1..4): Representa la derivación del primer cable de distribución principal en la caja óptica B3, el cual alimentará a las cajas A3, A4, B1 y B2.

- FD_01_01_01(6)(1): Representa a la derivación del cable FD_01_01_00(6)(1.4) de la caja B1 para alimentar a la caja A4.

Para los bloques residenciales se utilizan los cables FD_02_00_00(6)(1.5) y FD_03_00_00 (12)(1.9) para alimentar a las diferentes FDB que se encuentran en el interior de los bloques.

En el plano 1 se puede observar el diseño de la red de distribución de los bloques #9, #10, #11 y manzanas J1, J2, J3 de la Ciudadela La Atarazana.



Plano 1: Diseño de la red de distribución en la Ciudadela La Atarazana

En la tabla 14 se detalla la cuantificación de la red de distribución desde la Manga MT04 hasta la NAP A1.

Detalle	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
MT04 hasta NAP más lejana			371
Sangrado en las NAPs	4	6.5	26
Reservas por punta en MT04	1	15	15
Reservas por punta en NAP A1	1	3.5	3.5
Subida de poste	1	8	8
TOTAL			423.5

Tabla 14: Cuantificación de la Red de Distribución desde la MT04 hasta la NAP A1

4.6.5 Bloques de la FAE

Los Bloques de FAE son atendidos por el distrito 458 de la red de cobre de la Central Norte de CNT, en este sitio es donde se instalará la manga subterránea con 9 splitters de nivel 1:4, en esta manga salen tres fibras de distribución con sus respectivas derivaciones para alimentar a los diferentes FDBs que se encuentran en el interior de los bloques las cuales están constituidos por dos edificios. En la figura 4.21 se observa la red de distribución que sale desde la manga MT03 a las diferentes zonas del sector.



Figura 4.21: Red de Distribución de los Bloques de la FAE.

En el plano 2 se puede observar el diseño de la red de distribución en los Bloques de la FAE.



Plano 2: Diseño de la red de distribución en los Bloques de la FAE

En la tabla 15 se detalla la cuantificación de la red de distribución desde la Manga MT03 hasta la FDB01.

Detalle	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
MT03 hasta NAP más lejana			349.22
Sangrado en los pozos	4	15	30
Reservas por punta en MT03	1	15	15
Reservas por punta en FDB01	1	3.5	3.5
Subida de poste	1	8	8
TOTAL			405.72

Tabla 15: Cuantificación de la Red de Distribución desde la MT03 hasta la NAP A1

4.6.6 Urbanización Rio Guayas

Como se observó en la sección 4.1, en este sector se encuentra el distrito 413 y 414 de la red de cobre de la Central Norte CNT E.P, sin embargo para la migración de la red de este sector se instalará una manga subterránea en el lugar donde se encuentra instalado el distrito 413, debido a que una manga es suficiente para abastecer a los clientes actuales y futuros de este sector. En la manga MT03 se colocaron 8 splitters de nivel 1:4, teniendo un total de 32 hilos, de los cuales se utilizarán 30 hilos, de este modo saldrán 5 fibras de distribución con capacidad de 6 hilos.

En la figura 4.22 se muestra las cinco fibras de distribución (FD_01, FD_02, FD_03, FD_04 y FD_05), que salen de la manga MT03, con capacidad de 6 hilos, los cuales van alimentar a las diferentes NAPS

aéreas donde se coloca el segundo nivel de splitter de 1:8 y así abastecer a 250 abonados aproximadamente.



Figura 4.22: Red de Distribución de la Urbanización Río Guayas.

En el plano 3 se puede observar el diseño de la red de distribución del sector de la Urbanización Río Guayas.



Plano 3: Diseño de la red de distribución en la Urbanización Río Guayas

En la tabla 16 se detalla la cuantificación de la red de distribución desde la Manga MT02 hasta la NAP A1.

Detalle	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
MT02 hasta NAP más lejana			610
Sangrado en las NAPs	4	6.5	26
Reservas por punta en MT02	1	15	15
Reservas por punta en NAP A1	1	3.5	3.5
Subida de poste	1	8	8
TOTAL			662.5

Tabla 16: Cuantificación de la Red de Distribución desde la MT02 hasta la NAP A1

4.6.7 Ciudadela Santa Leonor

Como se observó en la sección 4.1, en este sector se encuentra el distrito 410 y 411 de la red de cobre de la Central Norte CNT E.P, sin embargo para la migración de la red de este sector se instalará una manga subterránea en el sitio donde se encuentra instalado el distrito 410; en ésta manga se colocaron 11 splitters de nivel 1:4, teniendo un total de 44 hilos, donde sólo 41 hilos serán utilizados. En la figura 4.23 se puede observar la red de distribución de los tres cables principales (FD_01, FD_02 y FD_03) y sus respectivas derivaciones (FD_01_01, FD_02_01 y FD_03_01).



Figura 4.23: Red de Distribución de la Ciudadela Santa Leonor

Donde:

FD_01_00_00 (24) (1..16): Representa a la primera fibra de distribución principal con capacidad de 24 hilos, de los cuales se necesitaron 16 hilos para alimentar a las cajas ópticas A1-A4, B1-B4, C1-C4 y D1-D2, éstas cajas ópticas aéreas tendrán el segundo nivel de splitter de 1:8. Como en la red de cobre se han instalado varias cajas de dispersión en algunos solares se procura utilizar FDB para una mejor distribución del servicio. De este cable se tiene la siguiente derivación:

- FD_01_01_00(6)(1..4): Representa a la derivación del primer cable de distribución principal en la caja óptica D2, el cual alimentará a las cajas C2, C3, C4 y D1.

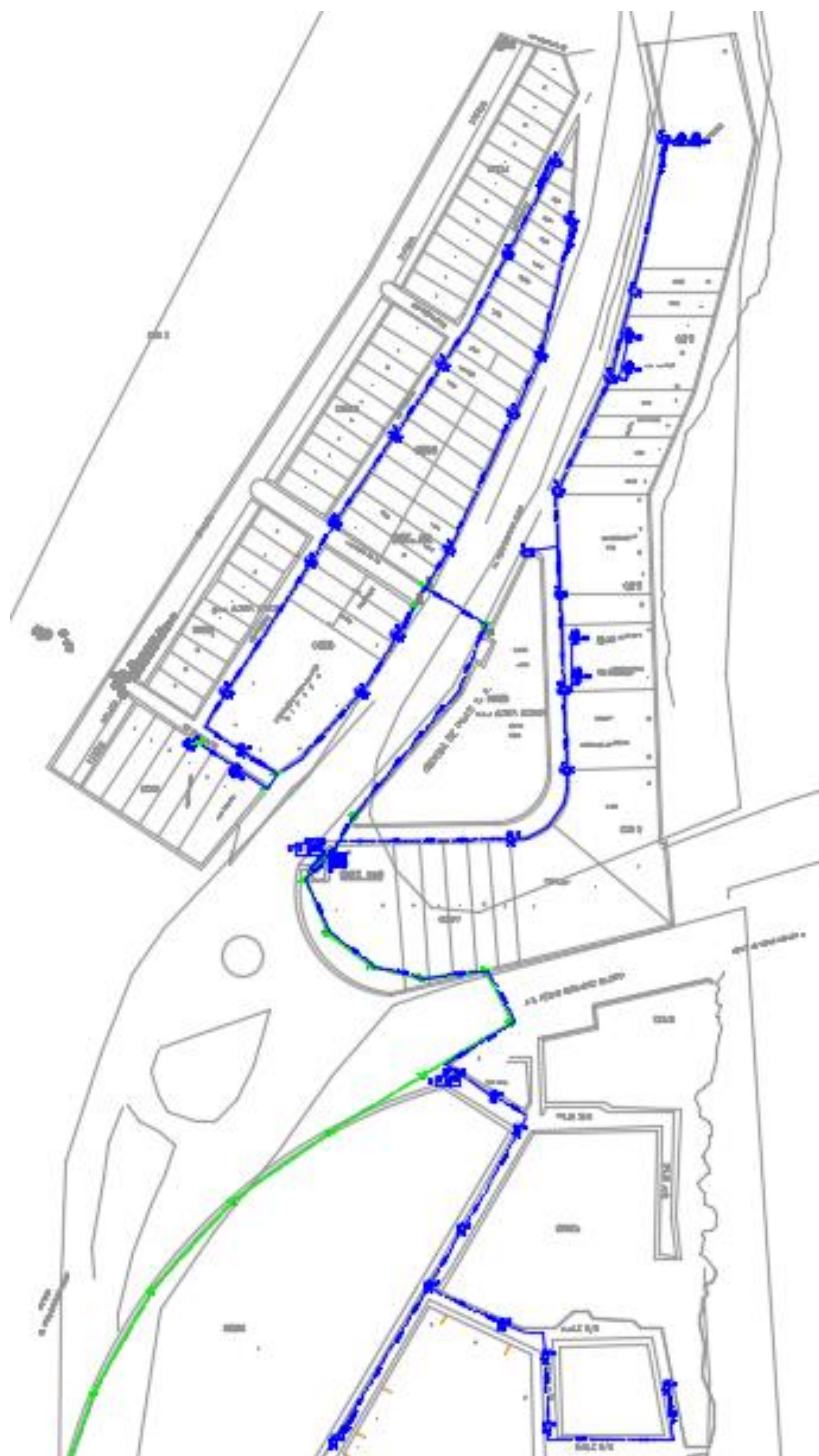
FD_02_00_00 (12) (1..9): Representa a la segunda fibra de distribución principal con capacidad de 12 hilos, donde se necesitaron 9 hilos para alimentar a las cajas ópticas D3, D4, E1-E4, F1-F3. De este cable se tiene la siguiente derivación:

- FD_02_01_00(6)(1..4): Representa a la derivación del segundo cable de distribución en la caja E4, y alimentará a las cajas D4, E1, E2 y E3.

FD_03_00_00 (24) (1..16): Representa a la tercera fibra de distribución principal con capacidad de 24 hilos, donde se necesitan 16 hilos para alimentar a las cajas ópticas F4, G1-G4, H1-H4. De este cable se tiene la siguiente derivación:

- FD_03_01_00(6)(1): Representa a la derivación del tercer cable de distribución en la caja H1, y alimentará a la caja G4.

En el plano 4 se puede observar el diseño de la red de distribución en la Ciudadela Santa Leonor.



Plano 4: Diseño de la red de distribución en la Ciudadela Santa Leonor

En la tabla 17 se detalla la cuantificación de la red de distribución desde la Manga MT01 hasta la NAP A1.

Detalle	Cantidad	Valor (m)	Total (m)
MT01 hasta NAP más lejana			705
Sangrado en las NAPs	11	6.5	71.5
Reservas por punta en MT01	1	15	15
Reservas por punta en NAP A1	1	3.5	3.5
TOTAL			795

Tabla 17: Cuantificación de la Red de Distribución desde la MT01 hasta la NAP A1

4.6.8 Distribución Interna para edificios en bloques de la FAE

La red de distribución interna para edificios empieza desde el FDB, elemento que se utiliza en el interior de los edificios y tiene una capacidad de 24 ó 48 hilos, con nivel de splitter tipo 1:8. Para la distribución interna en edificios se utiliza el cable Riser de tipo G657A1 que sale del FDB, este cable puede tener una capacidad de 12, 24 y 48 hilos; éste cable se distribuye a los diferentes FDFs ubicados en cada piso del edificio y finalmente del FDF sale el cable Drop con capacidad de 2 hilos hacia la ONT.

Este modelo de diseño está previsto para la migración de los 11 bloques de la FAE que abarca el distrito 458 de la Red de cobre de la CNT E.P.; cada bloque consta de 2 edificios, uno de 4 pisos y otro de 5 pisos, en

cada piso hay dos departamentos. En la figura 4.24 se muestra el identificador del FDF.

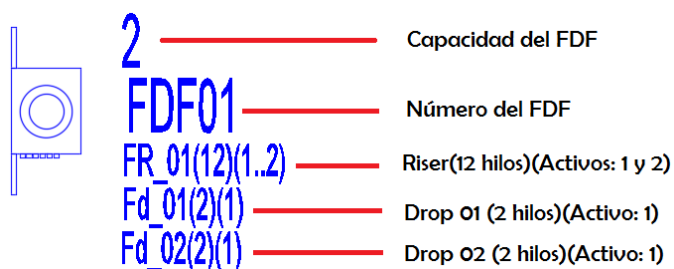


Figura 4.24: Identificador del FDF. [2]

A continuación, en la figura 4.25 se muestra la red de distribución interna y la red de dispersión para un edificio de 4 pisos de los Bloques de la FAE. En donde el cable FD_01_00(6)(1) se encargará de alimentar a la caja FDB01 que tendrá un splitter de nivel 1:8, de esta FDB sale el cable RISER con capacidad de 12 hilos para alimentar con 2 hilos a los diferentes FDFs, esta distribución se la realizará desde el piso superior hasta el inferior. Por último de cada FDF sale el cable de acometida o drop con capacidad 2 hilos hasta la roseta óptica para conectarse con la ONT.

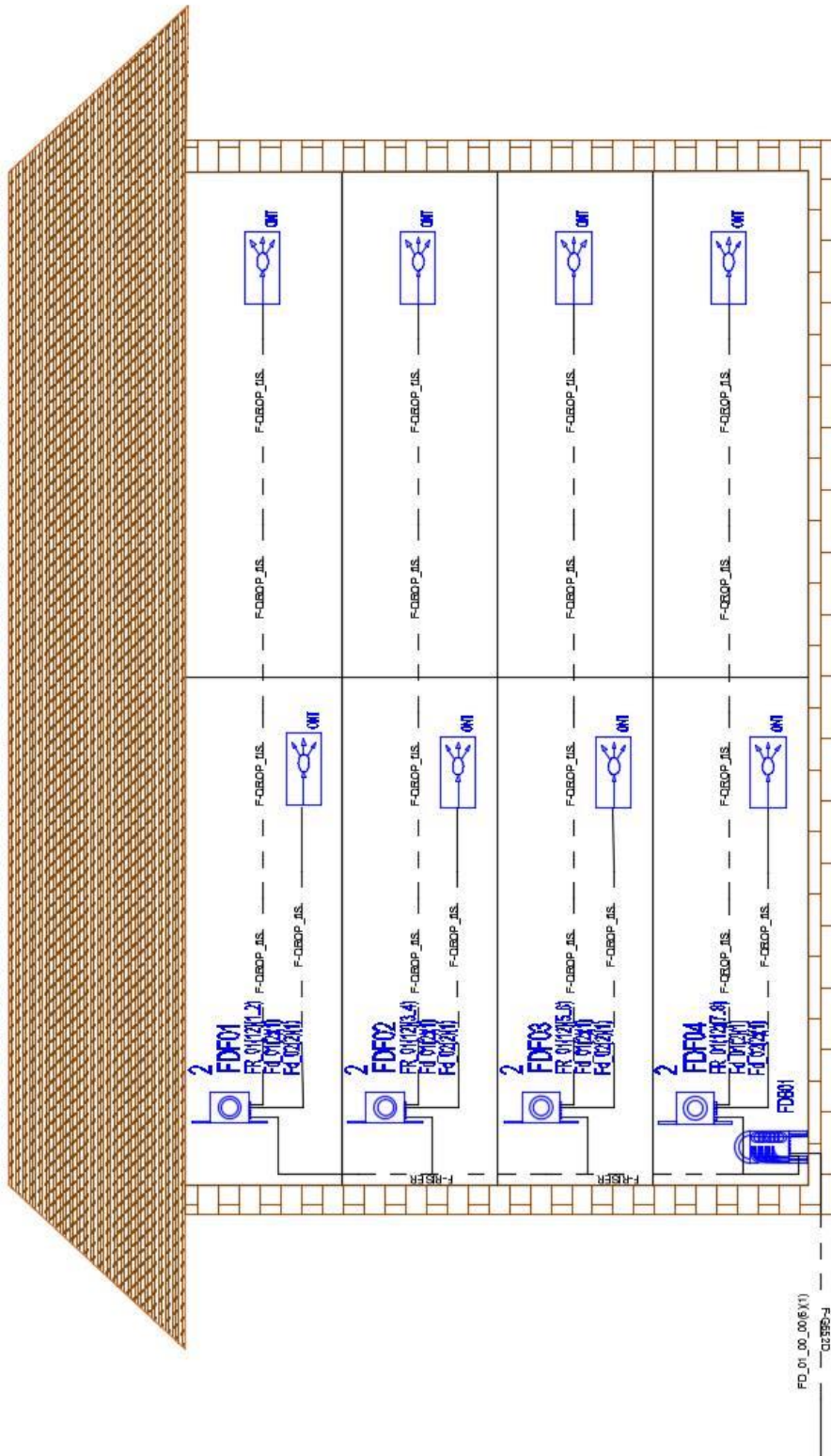


Figura 4.25: Red de Distribución Interna y de Dispersión en Edificio

4.7 Presupuesto Óptico

El desarrollo de un presupuesto óptico en la etapa de diseño de la ODN es indispensable para determinar la atenuación de potencia que sufre la señal al ser transmitida desde el equipamiento activo que se encuentra en la Central hacia el usuario final; por lo que se considera las atenuaciones en splitter, conectores, fusiones, y atenuación de la fibra por Km; de estos elementos el que presenta una mayor atenuación es el splitter por lo que de su elección se garantiza un valor óptimo en términos de potencia y ancho de banda; este valor nominal se encuentra en 28 dB, sin embargo las diferentes operadoras utilizan 25 dB dejando un margen de seguridad de 3 dB. A las longitudes calculadas en las tablas 9, 10, 11 y 12 hay que agregar las longitudes de las redes de distribución y de dispersión calculadas en las tablas 14, 15, 16 y 17. Para calcular la atenuación que introduce la fibra óptica habrá que multiplicar dicho valor por el coeficiente de atenuación de la fibra óptica que dependerá del tipo de fibra a utilizar y la longitud de onda de operación en downstream que es de 1310 nm. Para el diseño se utilizarán tres cables bajo las normas ITU G652D, ITU G657A1 e ITU G657A2, los cuales presentan el mismo coeficiente de atenuación a la longitud de onda de 1310 nm. En la tabla 18 se puede observar los elementos pasivos de la ODN con su respectiva atenuación.

Elementos de la Red de Fibra Óptica		Atenuación de elemento Típica (dB)
Conectores ITU671=0.5dB		0.50
Empalmes de fusión ITU751=0.1db		0.10
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB		0.20
Splitters	1x2	3.50
	1x4	7.00
	1x8	10.50
	1x16	14.00
	1x32	17.50
	1x64	21.00
	1x128	24.50
	2x4	7.90
	2x8	11.50
	2x16	14.80
Fibras - Longitudes de Onda	2x32	18.50
	1310nm	0.40 dB/Km
	1490nm	0.30 dB/Km
	1550nm	0.25 dB/Km

Tabla 18: Atenuación en elementos pasivos de la ODN. [2]

En secciones posteriores se muestra el presupuesto óptico por zona a ser migrada.

4.7.1 Modelo de Red GPON en la Ciudadela La Atarazana

En la figura 4.26 se muestra el modelo de Red GPON que se utilizó para el diseño en la Ciudadela La Atarazana, partiendo desde la OLT, tenemos el OSU para la gestión de la Red GPON, el ODF P.I. (Planta Interna) y el ODF P.E. (Planta Externa); aunque el ODF P.E no es necesario, se recomienda su uso para la manipulación de hilos y así evitar que el técnico acceda a la planta interna. Se usará para el diseño dos niveles de splitter, en la manga MT04 se colocarán 6 splitters de 1:4 y en las NAPs y FDBs tendremos el segundo nivel de splitter que es de 1:8 (ver figura 4.3). De acuerdo como se calculó en la tabla 9, la longitud del feeder desde la OLT hasta la MT04 es de 3.651 Km. La cuantificación del cable de distribución desde la MT04 hasta la NAP más lejana (A1) es de 0.4235 Km tal como se calculó en la tabla 14. Finalmente se añadirá 0.3 Km por concepto de la red de dispersión, dando un total de 4.074 Km.

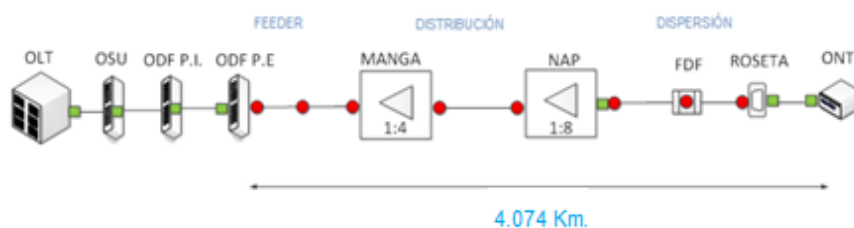


Figura 4.26: Modelo de Red GPON para la Ciudadela La Atarazana. [2]

En la tabla 19 se detalla la atenuación que introducen los diferentes elementos pasivos, dando un total de atenuación de 23.43 dB, valor que se encuentra dentro del rango permitido para una red GPON de acuerdo con la Norma UIT-T 984.6.

Elementos de la Red de Fibra Óptica		Cant.	Atenuación de elemento Típica (dB)	Total Atenuación (dB)
Conectores ITU671=0.5dB		7	0.50	3.50
Empalmes de fusión ITU751=0.1db		8	0.10	0.80
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB			0.20	0.00
Splitters	1x2		3.50	0.00
	1x4	1	7.00	7.00
	1x8	1	10.50	10.50
	1x16		14.00	0.00
	1x32		17.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	4.074	0.40 dB/Km	1.63
	1490nm		0.30 dB/Km	0.00
	1550nm		0.25 dB/Km	0.00
TOTAL (dB)				23.43

Tabla 19: Presupuesto Óptico hasta la Ciudadela la Atarazana.

4.7.2 Modelo de Red GPON en los Bloques de la FAE

En la figura 4.27 se muestra el modelo de Red GPON que se utilizó para el diseño en los Bloques de FAE, partiendo desde la OLT, tenemos la OSU para la gestión de la Red GPON, el ODF P.I. (Planta Interna) y el ODF P.E. (Planta Externa); Se usará para el diseño dos niveles de splitter, el primer nivel será colocado en la manga MT03 donde se colocarán 9 splitters de 1:4 y en los FDBs tendremos uno o más splitters de nivel 1:8 para la distribución interna en cada bloque (ver figura 4.3). De acuerdo como se calculó en la tabla 10, la longitud del feeder desde la OLT hasta la MT03 es de 4.935 Km. La cuantificación del cable de distribución desde la MT03 hasta el FDB más lejana (FDB01) es de 0.4057 Km tal como se calculó en la tabla 15. Finalmente se añadirá 0.3 Km por concepto de la red de dispersión, dando un total de 5.341 Km.

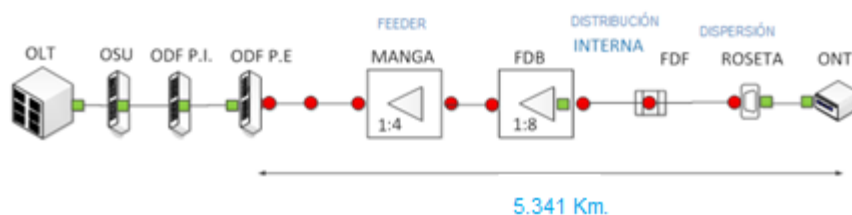


Figura 4.27: Modelo de Red GPON para los Bloques de la FAE. [2]

En la tabla 20 se detalla la atenuación que introducen los diferentes elementos pasivos, dando un total de pérdida de 23.94 dB, valor que se encuentra dentro del rango permitido para una red GPON de acuerdo con la Norma UIT-T 984.6.

Elementos de la Red de Fibra Óptica		Cant.	Atenuación de elemento Típica (dB)	Total Atenuación (dB)
Conectores ITU671=0.5dB		7	0.50	3.50
Empalmes de fusión ITU751=0.1db		8	0.10	0.80
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB			0.20	0.00
Splitters	1x2		3.50	0.00
	1x4	1	7.00	7.00
	1x8	1	10.50	10.50
	1x16		14.00	0.00
	1x32		17.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	5.341	0.40 dB/Km	2.14
	1490nm		0.30 dB/Km	0.00
	1550nm		0.25 dB/Km	0.00
TOTAL (dB)				23.94

Tabla 20: Presupuesto Óptico hasta los Bloques de la FAE.

4.7.3 Modelo de Red GPON en la Urbanización Río Guayas

En la figura 4.28 se muestra el modelo de Red GPON que se utilizó para el diseño en la Urb. Río Guayas, partiendo desde la OLT, tenemos el OSU para la gestión de la Red GPON, el ODF P.I. (Planta Interna) y el ODF P.E. (Planta Externa); Se usará para el diseño dos niveles de splitter, en la manga MT02 se colocarán 8 splitters de 1:4 y en las NAPs y FDBs tendremos el segundo nivel de splitter que es de 1:8 (ver figura 4.3). De acuerdo como se calculó en la tabla 11, la longitud del feeder desde la OLT hasta la MT02 es de 6.429 Km. La cuantificación del cable de distribución desde la MT02 hasta la NAP más lejana (A1) es de 0.6625 Km tal como se calculó en la tabla 16. Finalmente se añadirá 0.3 Km por concepto de la red de dispersión, dando un total de 7.0915 Km.

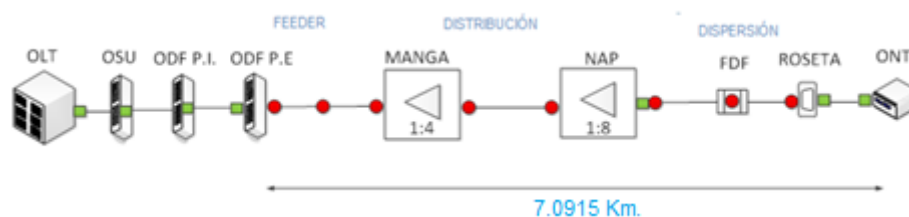


Figura 4.28: Modelo de Red GPON para la Urbanización Río Guayas.

[2]

En la tabla 21 se detalla la atenuación que introducen los diferentes elementos pasivos, dando un total de atenuación de 24.64 dB, valor que se encuentra dentro del rango permitido para una red GPON de acuerdo con la Norma UIT-T 984.6.

Elementos de la Red de Fibra Óptica		Cant.	Atenuación de elemento Típica (dB)	Total Atenuación (dB)
Conectores ITU671=0.5dB		7.00	0.50	3.50
Empalmes de fusión ITU751=0.1db		8.00	0.10	0.80
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB			0.20	0.00
Splitters	1x2		3.50	0.00
	1x4	1.00	7.00	7.00
	1x8	1.00	10.50	10.50
	1x16		14.00	0.00
	1x32		17.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	7.0915	0.40 dB/Km	2.84
	1490nm		0.30 dB/Km	0.00
	1550nm		0.25 dB/Km	0.00
TOTAL (dB)				24.64

Tabla 21: Presupuesto Óptico hasta la Urbanización Río Guayas.

4.7.4 Modelo de Red GPON en la Ciudadela Santa Leonor

En la figura 4.15 se muestra el modelo de Red GPON que se utilizó para el diseño en la Urb. Río Guayas, partiendo desde la OLT, tenemos el OSU para la gestión de la Red GPON, el ODF P.I. (Planta Interna) y el ODF P.E. (Planta Externa); Se usará para el diseño dos niveles de splitter, en la manga MT01 se colocarán 11 splitters de 1:4 y en las NAPs y FDBs tendremos el segundo nivel de splitter que es de 1:8 (ver figura 4.3). De acuerdo como se calculó en la tabla 12, la longitud del feeder desde la OLT hasta la MT01 es de 6.481 Km. La cuantificación del cable de distribución desde la MT01 hasta la NAP más lejana (A1) es de 0.795 Km tal como se calculó en la tabla 17. Finalmente se añadirá 0.3 Km por concepto de la red de dispersión, dando un total de 7.576 Km.



Figura 4.29: Modelo de Red GPON para la Ciudadela Santa Leonor.

[2]

En la tabla 22 se detalla la atenuación que introducen los diferentes elementos pasivos, dando un total de atenuación de 24.83 dB, valor que se encuentra dentro del rango permitido para una red GPON de acuerdo con la Norma UIT-T 984.6.

Elementos de la Red de Fibra Óptica		Cant.	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Pérdida (dB)
Conectores ITU671=0.5dB		7.00	0.50	3.50
Empalmes de fusión ITU751=0.1db		8.00	0.10	0.80
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB			0.20	0.00
Splitters	1x2		3.50	0.00
	1x4	1.00	7.00	7.00
	1x8	1.00	10.50	10.50
	1x16		14.00	0.00
	1x32		17.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	7.576	0.40 dB/Km	3.03
	1490nm		0.30 dB/Km	0.00
	1550nm		0.25 dB/Km	0.00
TOTAL (dB)				24.83

Tabla 22: Presupuesto Óptico hasta la Ciudadela Santa Leonor.

4.8 Equipamiento activo disponible por la CNT

4.8.1 OLT Huawei MA5600T

Dentro de las características principales de este equipo se encuentran los umbrales de operación, los cuales se detallan a continuación:

- Potencia Mínima de Emisión: +1,5(dBm)
- Potencia Máxima de Emisión: +5 (dBm)
- Sensibilidad Mínima para OLT -28 (dBm)
- Saturación en Rx: Para Potencia recibida mayor a -8 (dBm).

En la figura 4.30 se muestra la OLT que se encuentra instalada en la Central Kennedy Norte de la CNT; cabe destacar que para efectos de implementación de éste proyecto, del cable de 48 hilos sólo existen 34 hilos activos por lo que se utilizarían 34 puertos PON (1 puerto PON=32 clientes), lo que corresponde a 5 tarjetas de servicio de la OLT.



Figura 4.30: OLT Huawei MA5600T.

4.8.2 Optical Distribution Frame (ODF)

La ODF instalada en la Central Kennedy Norte cuenta con una capacidad de 8 bandejas de 12 puertos cada uno, otra de las características a considerar es que ofrece un diseño modular y una configuración flexible permitiendo la expansión de la red. En la figura 4.31 se observa una bandeja de la ODF.



Figura 4.31: ODF de Planta Interna.

4.9 Selección de la ONT

Se seleccionó la ONT Huawei HG8245 debido a su bajo costo, a la alta eficiencia y rentabilidad, también porque en la Central se encuentran instalados equipos OLT de marca Huawei. Este equipo nos permite la convergencia de varios servicios. Posee múltiples interfaces: 2 POTS + 4 GE + 1 USB + Wi-Fi. En la tabla 23 se detallan las características de la ONT HG8245.

Detalle	Longitud de Onda	Potencia Min.(dBm)	Potencia Max.(dBm)
Tasa Upstream	1310	+0.5	+5
Tasa Downstream	1490	-28	-8
Downstream CATV	1550	-8	+2

Tabla 23: Características Técnicas de la ONT HG8245. [35]

En la figura 4.32 se muestra la ONT Huawei HG8245.



Figura 4.32: ONT HG8245. [36]

4.10 Selección del equipamiento pasivo

Para la selección de los componentes pasivos que conforman el diseño de la Red GPON, se consultó con proveedores como: Furukawa, Senko, Global Electronic, Tyco y Ciemtelcom entre otros. Al momento de realizar la selección se tuvo que verificar las características técnicas y flexibles de los equipos a manipular acorde a nuestro requerimiento. En la tabla 24 se detalla los productos ofertados con su respectiva descripción.

EQUIPAMIENTO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO
SPLITTER OPTICO DE FUSION 1X4	 <p>MARCA: TYCO OCC1P-1 4 00-NN NQNQ A</p>	<p>Divisor o splitter con tecnología PLC, se caracterizan por su encapsulado compacto y parámetros ópticos muy estables.</p> <p>Ideal para aplicaciones como FTTx, LAN's, entre otras.</p>
SPLITTER OPTICO CONECTORIZADO DE 1X8	 <p>MARCA: TYCO OCC1P-1 8 00-NN NQNQ A</p>	<p>Divisor o splitter con tecnología PLC, G.657A NC/SC-APC</p>
MANGA PORTA SPLITTER	 <p>MARCA: TYCO FOSC-450-BS-6-NT-0-B-NV</p>	<p>Poseer como mínimo un puerto para el ingreso y paso de cables troncales de fibra óptica con diámetro de 8mm a 20mm; y 5 puertos para cables con diámetros de 8mm a 20mm.</p> <p>Tipo DOMO</p> <p>Soporta temperaturas de 5°C a 45°C.</p>

Tabla 24.a: Productos ofertados.[37]

EQUIPAMIENTO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO
CAJA OPTICA DE DISTRIBUCION AEREA 8H	 MARCA: TYCO OFDC-C12-S2/80-NN-P-EC01	Caja Terminal Óptica con Splitter Conectorizado 1X8 SC-APC Dimensión: 212x126x50 mm
CAJA TERMINAL ÓPTICA INTERIOR O DE PISO	 MARCA: TYCO CODI-S	Capacidad para albergar 6 puertos SC. Compatible con módulos snap-in Jack RJ45.
CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN EDIFICIO 24 H	 MARCA: TYCO BUDI-S	Dimensión: 320x420x50 mm Aloja bandejas destinadas a contener empalmes y splitter conectorizados tipo SC.
CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN EDIFICIO 48 H	 MARCA: TYCO BUDI-M	Dimensión: 155x330x105 mm 16 adaptadores SC/APC Contiene 3 bandejas, 2 para fusión y una para splitter.

Tabla 24.b: Productos ofertados.[37]

4.11 Cuantificación total del diseño

Para concluir con nuestra etapa de diseño, se realizó una cuantificación total de la obra, la cual corresponde a la cantidad de mano de obra y material que se necesitará para la implementación futura. En la tabla 25 se muestra la cuantificación total del diseño.

ITEM	UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANTIDAD
CO01	POZOS DE CANALIZACIÓN	U	13
CO02	VÍAS DE CANALIZACIÓN	M	400
FO01	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 288 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	M	2121
FO02	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	M	3805
FO03	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 24 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	M	2165,04
FO04	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	M	2269,02
FO05	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	M	4269,48
FO06	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 24 HILOS FIBRAS ÓPTICAS	M	2184
FO07	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA 6-48	U	80
EP01	SUMINISTRO DE MANGA DE FUSIÓN SUBTERRÁNEA Y PORTA SPLITTER DE 24	U	1
EP02	SUMINISTRO DE MANGA DE FUSIÓN SUBTERRÁNEA Y PORTA SPLITTER DE 48	U	3
EP03	SUMISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER ÓPTICO (1X4) FUSIONADO	U	32

Tabla 25.a: Cuantificación total del diseño.

ITEM	UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANTIDAD
EP04	SUMISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER ÓPTICO (1X8) CONECTORIZADO	U	70
EP05	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DOBLE CONEXIÓN 24 CLIENTES	U	22
EP06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DOBLE CONEXIÓN 48 CLIENTES	U	12
EP07	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AEREA DE 8 HILOS	U	70
PO01	HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSIÓN	U	30
PO02	HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES	U	41
PO03	HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES	U	12
PO04	HERRAJE DE SUSPENSIÓN	U	63
PO05	PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120 M PARA FIBRA ADSS DE 6 HILOS	U	148
F008	PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA DE 6 A 48 HILOS	M	110
F009	FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA EN MANGA, CAJA, CDC, ROSETA.	U	270
F010	IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO 8X4 CM	U	16
F011	IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA OPTICA AÉREO 12X6 CM	U	13
F012	SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA	M	112
F013	BAJADA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA	M	136
GP01	PLANOS DE OBRA	U	4

Tabla 25.b: Cuantificación total del diseño.

4.12 Costos

4.12.1 Costos de inversión en la ODN

Luego de realizar la cuantificación total de los elementos pasivos necesarios que cumplan con las especificaciones técnicas y normas internacionales para el despliegue de redes GPON, se consultó con tres proveedores los costos unitarios de los diversos materiales que se proporcionan en la tabla 21. El listado de precios que nos facilitaron los diferentes proveedores donde se encuentra incluido el costo de instalación del material está detallado en el Anexo B. Sin embargo seleccionamos la mejor opción en costos de inversión con respecto a la ODN la cual se detalla en la tabla 26.

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO	U	13	703.02	9,139.26
CANALIZACIÓN ACERA 2 VIAS + 2 TRIDUCTOS	m	400	28.52	11,408.00
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	3805	3.26	12,404.30
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 24 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	2165.04	2.74	5,932.21
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 12 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	2269.02	2.50	5,672.55

Tabla 26.a: Costo de inversión en la ODN.

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 6 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	M	4269.48	2.27	9,691.72
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 24 HILOS FIBRAS OPTICAS	M	2184	4.87	10,636.08
SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA 6-48	U	80	9.46	756.80
SUMINISTRO DE MANGA DE FUSION SUBTERRANEA Y PORTA SPLITTER DE 24	U	1	383.19	383.19
SUMINISTRO DE MANGA DE FUSION SUBTERRANEA Y PORTA SPLITTER DE 48	U	3	427.83	1,283.49
SUMISTRO Y COLOCACION DE SPLITTER OPTICO (1X4) FUSIONADO	U	32	43.62	1,395.84
SUMISTRO Y COLOCACION DE SPLITTER OPTICO (1X8) CONECTORIZADO	U	70	142.42	9,969.40
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DOBLE CONEXION 24 CLIENTES	U	22	1,097.86	24,152.92
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DOBLE CONEXION 48 CLIENTES	U	12	1,438.77	17,265.24

Tabla 26.b: Costo de inversión en la ODN.

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA PISO	U	108	123.77	13,367.16
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCION AEREA DE 8 HILOS	U	70	296.20	20,734.00
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSION	U	30	13.77	413.10
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES	U	41	15.02	615.82
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES	U	12	16.27	195.24
HERRAJE DE SUSPENSION	U	63	7.31	460.53
PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120 M PARA FIBRA ADSS DE 6 HILOS	U	148	12.09	1,789.32
FUSION DE 1 HILO DE FIBRA OPTICA EN MANGA, CAJA, CDC, ROSETA.	U	270	16.99	4,587.30
IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA OPTICA CANALIZADO 8X4 CM	U	16	5.22	83.52
IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA OPTICA AEREO 12X6 CM	U	13	6.23	80.99
COSTO DE INVERSIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RED GPON CON PROVEEDOR 1 (SIN INCLUIR 12%)				162,417.98

Tabla 26.c: Costo de inversión en la ODN.

4.12.2 Costos de inversión en los elementos activos de red GPON

Se considera los elementos que serán instalados a los abonados a migrar de la ruta 27, ya que los elementos de planta interna como ONT, ODF, OSU se encuentran instalados en la Central Kennedy Norte de la CNT E.P. Además la CNT E.P. mantiene un convenio con la Empresa Huawei para el suministro de los equipos terminales ONT HG8245, los precios unitarios de los otros materiales que se instalan en la casa del cliente o abonado se detallan en la tabla 27.

Detalle	UNID.	PROVEEDORES		
		1	2	3
Equipo ONT Echo Life HG8245	u	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 75,00
Configuración Equipo ONT HG8245 (Servicios de telefonía e internet)	u	\$ 3,21	\$ 3,32	\$ 3,43
Suministro y colocación de roseta óptica 2 puertos SC/APC	u	\$ 27,92	\$ 28,87	\$ 29,82
Suministro y colocación de Patch Cord Dúplex FC/APC-SC/APC de 5 mts.	u	\$ 13,38	\$ 13,83	\$ 14,28
Costos unitarios		\$ 119,51	\$121,02	\$122,53

Tabla 27: Costo unitario de los materiales a instalar en la casa/edificio del abonado.

Se considera que son 800 clientes residenciales/corporativos a migrar de la ruta 27, y además se estima un 20% de demanda futura teniendo un total de 960 clientes que contraten el servicio de voz y datos mediante fibra óptica. En la tabla 28 se detalla el costo total de los equipos a instalar en la red de abonado por proveedor.

DETALLE	CANTIDAD DE ABONADOS	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTO DE INVERSIÓN EN RED DE ABONADO CON PROVEEDOR 1	960	\$ 119,51	\$ 114,729.60
COSTO DE INVERSIÓN EN RED DE ABONADO CON PROVEEDOR 2	960	\$ 121,02	\$ 116,179.20
COSTO DE INVERSIÓN EN RED DE ABONADO CON PROVEEDOR 3	960	\$ 122,53	\$ 117,628.80

Tabla 28: Costo total en la red de abonado por proveedor.

Por lo cual se selecciona la oferta del Proveedor 1, teniendo un costo de inversión inicial en elementos activos de \$114,729.60.

4.12.3 Costo total del proyecto

En la tabla 29, se muestra el costo total de inversión para la implementación del proyecto GPON, en el cual se considera la inversión tanto de elementos activos y pasivos de la red.

Costo de inversión de elementos pasivos	\$ 162,417.98
Costo de inversión de elementos activos a nivel de abonados	\$ 114,729.60
Costo Total de implementación del Proyecto	\$ 217,147.58

Tabla 29: Costo Total del Proyecto GPON

Cabe destacar que este valor puede aumentar en caso que exista una mayor demanda de clientes lo que implicará una mayor extensión de la red.

4.13 Cronograma de obra del proyecto

En la tabla 30 se muestran todas las actividades a realizarse y el tiempo estimado en semanas en que se llevará a cabo cada una de ellas.

Núm.	Nombre de tarea	Duración
1	Rotura de asfalto y desalojo	1.4 s
2	Excavación de tierra	1 s
3	Desalojo de escombros	0.8 s
4	Colocación de triductos	1 s
5	Colocación de cerco y tapa de hierro fundido u hormigón en pozo.	0.8 s
6	Colocación de protección de tapa de pozo con hormigón.	0.4 s
7	Reposición de asfalto.	1.8 s
8	Limpieza de ductos y pozos en la canalización existente.	0.2 s
9	Empalme subterráneo del cable canalizado de 48 fibras ópticas monomodo G652.D	0.2 s
10	Tendido del cable canalizado de 48 fibras ópticas monomodo G652.D	0.8 s
11	Protección de la punta del cable de 48 hilos.	0.2 s
12	Instalación de mangueras corrugadas.	0.2 s
13	Identificación del cable de 48 hilos.	0.2 s
14	Sangrado del cable de 48 hilos en las mangas porta splitters.	0.2 s

Tabla 30.a: Listado de actividades a ejecutarse

Núm.	Nombre de tarea	Duración
15	Colocación de manga de fusión subterránea porta splitters.	0.4 s
15	Colocación de manga de fusión subterránea porta splitters.	0.4 s
16	Colocación de splitters en mangas.	0.2 s
17	Preparación de punta en la manga porta splitters.	0.2 s
18	Colocación de herrajes de retención Tipo 1 en postes.	1 s
19	Colocación de herrajes de retención Tipo 2 en postes.	2.2 s
20	Colocación de herrajes de suspensión en postes	0.8 s
21	Tendido de los cables de distribución ADSS de 6, 12 y 24 hilos en las diferentes zonas.	4.8 s
22	Instalación de NAPs y FDBs.	4.8 s
23	Sangrado del cable de distribución en NAPs y FDBs.	4.8 s
24	Preparación de punta en la NAP más lejana.	4.8 s
25	Identificación de los cables de distribución.	0.2 s
26	Tendido de los cables drop aéreo.	4.4 s
27	Instalación de las rosetas ópticas.	4.8 s
28	Instalación del patchcord.	4.8 s
29	Tendido del cable riser.	4.8 s

Tabla 30.b: Listado de actividades a ejecutarse

Núm.	Nombre de tarea	Duración
30	Preparación de punta en FDF.	4.8 s
30	Preparación de punta en FDF.	4.8 s
31	Instalación de FDFs.	4.8 s
32	Tendido del cable drop en interiores.	4.8 s
33	Instalación y configuración de ONTs	4.8 s

Tabla 30.c: Listado de actividades a ejecutarse

En la figura 4.33 se muestra el Diagrama Gantt de la obra del proyecto, con los tiempos de ejecución de obra del proyecto dándonos un total de aproximadamente 8 meses.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Al realizar el análisis de demanda se determinó que con un solo cable de 288 hilos y con un nivel de splitter de 1:32 se puede abastecer hasta 9216 abonados, en comparación al cable de la ruta 27 con capacidad de 1800 pares que abastece a un máximo de 2160 clientes.
2. Las tecnologías de acceso a través de la fibra óptica ofrecen un ancho de banda superior y mayor cobertura en comparación al de la tecnología de acceso de cobre.
3. El desarrollo de un presupuesto óptico previa a la etapa de diseño es un proceso importante para definir la factibilidad del proyecto.
4. La selección del nivel de splitter y la atenuación total que introduce el cable de fibra óptica en el diseño de la ODN juegan un efecto importante al momento de calcular el presupuesto óptico de la red, ya que el splitter es el elemento que introduce mayor atenuación y es el que determina la cobertura máxima de la red.
5. Al momento del cálculo del presupuesto óptico se tuvo que decidir entre la selección de una manga porta splitter o un armario, ya que el armario al ser conectorizado introduce 1 dB, y al calcular el presupuesto con el modelo de armario, este superaba los 25 dB en el sector más lejano que es la Ciudadela Santa Leonor a una distancia de 7.546 Km.
6. El uso de dos niveles de splitter (1:4 y 1:8) nos permitió realizar una mejor distribución de la red lo que permite mejorar la calidad en el servicio, además representa un ahorro económico ya que se utilizaron cables de menor capacidad.
7. El ancho de banda por abonado depende del nivel de splitter en la red, cada puerto PON tiene una tasa de transmisión de 2.5 Gbps, cuando se dé el caso que todos los usuarios estén activos dentro de la red, el ancho de banda total será distribuido para todos de manera equitativa dándonos 80 Mbps a cada usuario, sucederá lo contrario si un solo abonado ha establecido el enlace debido a que gozará de todo el ancho de banda disponible hasta un máximo de 2.5 Gbps

8. El número de puertos PON que se van a utilizar para brindar el servicio de voz y datos a través de la red de fibra óptica será determinado por la selección del nivel de splitter y el número total de clientes que pertenecen a esta red.
9. La instalación de equipos pasivos dentro de la ODN reducen de manera significativa los costos de inversión ya que son independientes de la energía eléctrica.
10. Al no considerarse la compra e instalación del equipamiento activo en planta interna ni la construcción de la red de canalización por estar en su mayor parte construida, el costo total estimado es relativamente bajo por lo que se prevé recuperar la inversión a corto plazo.

Recomendaciones

1. En caso de aumentar la demanda de abonados o se quiera ofrecer un mayor ancho de banda se sugiere cambiar la tecnología GPON por una tecnología más avanzada como son la XGPON1 o TDWMPON las cuales ofrecen tasas superiores a los 10 Gbps en lo referido a redes de fibra óptica, lo cual implicará un cambio de equipos activos tanto en la central como en el abonado, ya que la ODN que se ha diseñado es compatible con las tecnologías futuras.
2. Es necesario que en un plazo no mayor a 5 años la red de cobre en nuestro país sea migrada totalmente a fibra óptica facilitando la convergencia de varios servicios sobre una misma infraestructura y brindando mayores tasas de transmisión a los usuarios, donde toda la red proyectada deberá ser instalada de manera canalizada.
3. Al momento de seleccionar un conector, se deberá escoger el tipo de pulido que éste va a tener ya que de éste dependerá cuanta atenuación introducirá en el momento del cálculo del presupuesto óptico.
4. Para tener un mejor control de la red se sugiere llevar una base de datos donde se detallen los hilos correspondientes a las cajas ópticas o FDBs, lo que facilitaría la implementación y mantenimiento de las mismas.
5. El Estado debería impulsar la inversión en este tipo de infraestructura tanto en las empresas públicas como en las empresas privadas, en donde el despliegue de estas redes deberá cubrir todo el territorio nacional de forma equitativa sin importar su nivel socio-económico, dando cumplimiento al

servicio universal, que es un derecho de todos los ciudadanos ecuatorianos, consagrado en la Constitución de la República del Ecuador y en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arcotel. (2015, mayo 15). Operadora CNT E.P capta el 85.86% de abonados de telefonía fija en Ecuador. [En línea]. Disponible en: <http://www.arcotel.gob.ec/operadora-cnt-ep-capta-el-8586-de-abonados-de-telefonía-fija-en-ecuador/>.
- [2] Corporación Nacional de Telecomunicaciones
- [3] CNT E.P, «Series telefonicas de Guayaquil,» 2014.
- [4] Fernando Mauricio Iza Ponce, “MIGRACIÓN DE LA RED DE COBRE A FIBRA ÓPTICA PARA LA INCLUSIÓN DE NUEVOS SERVICIOS EN LA CENTRAL DE IZAMBA PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT S.A.”. Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2011.
- [5] Salomón Travezaño. (2011). Principios básicos de una red telefónica [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/salomontravezano/capitulo-2-principios-basicos-red-telefonica-v1>.
- [6] Pablo Lopez Merino, "REDES TELEFONICAS PLANTA EXTERNA". Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 1996.
- [7] Comtelec. [En línea]. Disponible en: http://www.comtelec.net/productos/cajas_dispersion.htm
- [8] Voltimum. [En línea]. Disponible en: <http://www.voltimum.es/l-catalogue/red-dispersion>.
- [9] Byron Alvarado, “Despliegue de Nodos de Acceso Multiservicios MSAN en el Área de Central, como solución a la eliminación del cable multipar en la Red Primaria.”. Universidad Catolica Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2014.

- [10] Tania Perez Ramos, "DISEÑO DE UNA RED TRONCAL SDH CON FIBRA OPTICA PARA EL SUR DEL ECUADOR". Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2001.
- [11] Roberto Román Vásquez, "DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIÓN DE EMELNORTE UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA Y TECNOLOGÍA INALÁMBRICA". Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2010.
- [12] Universidad de Cantabria. El canal óptico [En línea]. Disponible en: http://grupos.unican.es/gif/sco3/SCO3_T2_canal_0607_2tpp.pdf
- [13] Francisco Córdova. TECNOLOGÍAS DE ACCESO [En línea]. Disponible en: http://www.imaginar.org/iicd/tus_archivos/TUS6/2_tecnologia.pdf
- [14] Xavier García, Jorge Falconí, "Simulación de enlace de fibra óptica en red EPON". Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2012.
- [15] Cristhian Añazco Aguilar, "Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar GPON". Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2013.
- [16] Jorge Logroño Gómez, "INTEGRACIÓN DE LAS REDES ÓPTICAS PASIVAS ETHERNET (EPON/GPON) CON LA TECNOLOGÍA WiMAX" Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador.
- [17] Hilda Acurio Vargas, Jorge Sangurima Sangurima . "DISEÑO DE UNA RED GPON PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A." . Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2009.
- [18] Koichi Asatani, PhD, (2015, Febrero 18). Trends and Issues of FTTH and GPON. [En línea]. Disponible en: <http://drmoie.org/ieee/KoichiTalk2015.pdf>
- [19] Adolfo García Yague, GPON y GPON Doctor. [En línea]. Disponible en: <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-GPON-introduccion-conceptos.pdf>

- [20] Toni Martínez, FTTH (FIBER TO THE HOME). [En línea]. Disponible en: <http://www.telequismo.com/2013/03/ftth-fttb.html>
- [21] Marcelo Abreu, Aldo Castagna."CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA AL HOGAR (FTTH) " Universidad de Montevideo, Montevideo, Uruguay, 2009.
- [22] Carlos Amézquita Martínez, "Fundamentos de GPON" [En línea]. Disponible en: <http://cursoslibres.academica.mx/236/tecnologia-GPON/manual-del-participante>.
- [23] Yaroslav Marchukov, "Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH". Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España 2011.
- [24] Edson Moschim, Felipe Rudge, "ESTUDIO COMPARATIVO DE REDES GPON Y EPON". [En línea]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4732651.pdf>
- [25] Shke Communication, "GPON Technology" [En línea]. Disponible en: <http://www.shke.com.cn/news/technical/GPON-technol>
- [26] Diego Navarro, "DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES DE BANDA ANCHA PARA LA REGIÓN MOQUEGUA". Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2013.
- [27] International Telecommunication Union, "ITU-T G.657 Fibres". [En línea]. Disponible en: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/04/T0B040000542C01PDFE.pdf.
- [28] Union International de Telecomunicaciones, "UIT-T G.984.1". [En línea]. Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-G.984.1-200303-S!!PDF-S&type=items.
- [29] Union International de Telecomunicaciones, "UIT-T G.984.2". [En línea]. Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-G.984.2-200303-I!!PDF-S&type=items.

- [30] International Telecommunication Union, "UIT-T G.984.3". [En línea]. Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.984.3-200803-S!!PDF-E&type=items.
- [31] Union International de Telecomunicaciones, "UIT-T G.984.4". [En línea]. Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-G.984.4-200406-S!!PDF-S&type=items.
- [32] vrn123, "FTTx" [En línea]. Disponible en: <http://www.vrn123.ru/wiki/services/fttx/about>.
- [33] Telégrafo, "Los usuarios insatisfechos podrán terminar contratos con operadoras". [En línea]. Disponible en: <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/los-usuarios-insatisfechos-podran-terminar-contratos-con-operadoras-infografia.html>.
- [34] Incom.[En línea]. Disponible en: <https://www.incom.mx/HERRAJE-DE-SUSPENSION-PARA-CABLE-ADSS-DE-12-1-13-3MM-MARCA-PLP-4450100>.
- [35] Huawei. (2011, enero 26). "EchoLife HG8240/ HG8245/ HG8247 GPON Terminal". [En línea]. Disponible en: http://enterprise.huawei.com/ilink/enenterprise/download/HW_U_149039ble
- [36] Shopmadeinchina. "Huawei ONU Echolife HG8245 Epon Terminal FTTH ONT". [En línea]. Disponible en: http://www.shopmadeinchina.com/product-image/huawei-onu-echolife-hg8245-epon-terminal-ftth-ont_13411897.shtml
- [37] Tyco Electronics. (2011, mayo 18), "Passive infrastructures to support FTTH network roll-outs with GPON" [En línea]. Disponible en: http://www.crony.rs/files/File/l_dan_18_maj_2011/01_Tyco_FTTH_%20eng.pdf

ANEXOS

Anexo A: Plano de la Red GPON

1

2

3

4

5

6

7

8

9



TÍTULO:
 DISEÑO DE LA ODN PARA LA MIGRACIÓN DE LA RUTA 27 DE LA CENTRAL NORTE DE LA CNT E.P.

TIPOS		DIBUJADO POR	NOMBRE	FECHA
FORMATO	PLANO		CINTHYA GONZÁLEZ ERICKA OYAGUE	16-09-2015
A3	01			

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Anexo B: Precios ofertados

B.1) Proveedor 2

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO	U	13	726.85	9,449.05
CANALIZACIÓN ACERA 2 VIAS + 2 TRIDUCTOS	m	400	28.52	11,796.00
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	3805	3.37	12,822.85
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 24 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	2165.04	2.83	6,127.06
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 12 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	2269.02	2.59	5,876.76
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 6 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	4269.48	2.34	9,990.58
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 24 HILOS FIBRAS OPTICAS	m	2184	5.04	11,007.36
SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA 6-48	u	80	9.79	783.20
SUMINISTRO DE MANGA DE FUSION SUBTERRANEA Y PORTA SPLITTER DE 24	u	1	396.18	396.18

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SUMINISTRO DE MANGA DE FUSION SUBTERRANEA Y PORTA SPLITTER DE 48	u	3	442.34	1,327.02
SUMISTRO Y COLOCACION DE SPLITTER OPTICO (1X4) FUSIONADO	u	32	45.10	1,443.20
SUMISTRO Y COLOCACION DE SPLITTER OPTICO (1X8) CONECTORIZADO	u	70	147.24	10,306.80
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DOBLE CONEXION 24 CLIENTES	u	22	1,135.07	24,971.54
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DOBLE CONEXION 48 CLIENTES	u	12	1,487.54	17,850.48
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA INTERIOR O DE PISO	u	108	127.97	13,820.76
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCION AEREA DE 8 HILOS	u	70	306.25	21,437.50

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSION	u	30	14.24	427.20
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES	u	41	15.53	636.73
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES	u	12	16.82	201.84
HERRAJE DE SUSPENSION	u	63	7.55	475.65
PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120 M PARA FIBRA ADSS DE 6 HILOS	u	148	12.50	1,850.00
FUSION DE 1 HILO DE FIBRA OPTICA EN MANGA, CAJA, CDC, ROSETA.	U	270	16.99	4,587.30
FUSION DE 1 HILO DE FIBRA OPTICA EN MANGA, CAJA, CDC, ROSETA.	U	270	17.57	4,743.90
IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA OPTICA CANALIZADO 8X4 CM	u	16	5.39	86.24
IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA OPTICA AEREO 12X6 CM	u	13	5.39	83.72
COSTO DE INVERSIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RED GPON CON PROVEEDOR 2 (SIN INCLUIR 12%)				167,911.63

B.2) Proveedor 3

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO	U	13	750.68	9,758.84
CANALIZACIÓN ACERA 2 VIAS + 2 TRIDUCTOS	m	400	30.45	12,180.00
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	3805	3.48	13,241.40
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 24 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	2165.04	2.92	6,321.92
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 12 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	2269.02	2.67	6,058.28
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO 6 FIBRAS OPTICAS MONOMODO G652.D	m	4269.48	2.42	10,332.14
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 24 HILOS FIBRAS OPTICAS	m	2184	5.20	11,356.80
SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA 6-48	u	80	10.11	808.80
SUMINISTRO DE MANGA DE FUSION SUBTERRANEA Y PORTA SPLITTER DE 24	u	1	409.17	409.17

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SUMINISTRO DE MANGA DE FUSION SUBTERRANEA Y PORTA SPLITTER DE 48	u	3	456.84	1,370.52
SUMISTRO Y COLOCACION DE SPLITTER OPTICO (1X4) FUSIONADO	u	32	46.57	1,490.24
SUMISTRO Y COLOCACION DE SPLITTER OPTICO (1X8) CONECTORIZADO	u	70	152.07	10,644.90
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DOBLE CONEXION 24 CLIENTES	u	22	1,172.29	25,790.38
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DOBLE CONEXION 48 CLIENTES	u	12	1,536.31	18,435.72
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA INTERIOR O DE PISO	u	108	132.16	14,273.28
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCION AEREA DE 8 HILOS	u	70	316.29	22,140.30
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSION	u	30	14.70	441.00

UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES	u	41	16.04	657.64
HERRAJE DE RETENCION PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES	u	12	17.38	208.56
HERRAJE DE SUSPENSION	u	63	7.81	492.03
PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120 M PARA FIBRA ADSS DE 6 HILOS	u	148	12.91	1,910.68
FUSION DE 1 HILO DE FIBRA OPTICA EN MANGA, CAJA, CDC, ROSETA.	U	270	18.14	4,897.80
IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA OPTICA CANALIZADO 8X4 CM	u	16	5.57	89.12
IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA OPTICA AEREO 12X6 CM	u	13	6.65	86.45
COSTO DE INVERSIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RED GPON CON PROVEEDOR 3 (SIN INCLUIR 12%)				173,395.97

Anexo C: ABREVIATURA Y SIMBOLOGÍA

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
APON	ATM Passive Optical Network
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BPON	Broadband Passive Optical Network
CATV	Community Antenna Television
CNT E.P.	Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i>
EFM	Ethernet In The First Mille
EPON	<i>Ethernet Passive Optical Network</i>
FAE	Fuerza Aérea Ecuatoriana
FDB	Fiber Distribution Building
FDF	Fiber Distribution Floor
FDH	Fiber Distribution Hub
FITL	Fiber in the Loop
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Curb
FTTN	Fiber to the Node
FTTH	Fiber to the Home
GPON	Gigabit-Capable Passive Optical Network
GITR	Global Information Technology Report
HD	<i>High Definition</i>
HDSL	High Bit Rate Digital Subscriber Line

HFC	<i>Hybrid Fiber Coaxial</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPTV	Internet Protocol Television
ITU	International Telecommunication Union
NAP	Network Access Point
NGPON	Next Generation Passive Optical Networks
ODF	Optical Distribution Frame
ODN	Optical Distribution Network
OLT	<i>Optical Line Termination</i>
ONU	Optical Network Terminal
PLOAM	Physical Layer Operations, Administration And Maintenance
PON	Passive Optical Networks
PVC	Polyvinyl Chloride
SDSL	<i>Symmetric Digital Subscriber Line</i>
TDM	<i>Time-Division Multiplexing</i>
TWDM	Time And Wavelength Division Multiplexing
UV	Ultravioleta
VDSL	Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
WDM	Wavelength Division Multiplexing