

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE FIBRA OPTICA
PARA EL ACCESO A INTERNET DEL IESTP SAN FRANCISCO DE
ASÍS DE LA DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION DE LIMA
METROPOLITANA, SEDE AV. PROLONGACIÓN PACHACUTEC,
DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

HUAMAN ARANCIBIA FERNANDO HUGO

**Villa El Salvador
2020**

ESTRUCTURA DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

- 1. CARÁTULA, DEDICATORIA, AGRADECIMIENTO**
- 2. ÍNDICE**
- 3. LISTADO DE FIGURAS, LISTADO DE TABLAS**
- 4. RESUMEN**
- 5. INTRODUCCIÓN**
- 6. OBJETIVOS**
- 7. CONTENIDO DEL TRABAJO**
- 8. CONCLUSIONES**
- 9. RECOMENDACIONES**
- 10. BIBLIOGRAFÍA**
- 11. ANEXOS**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida familia, que quienes juntos hemos salido adelante, sobrepasando cualquier adversidad.

A mis hermanos Diego y Denisse por ser mi inspiración y mi ejemplo para seguir, por su apoyo incondicional y constante.

A mi mamá Tatiana Arancibia, por entregarme la vida e inculcarme sus valores y principios y enseñarme que en esta vida todo se logra con esfuerzo y estudio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que tuve la oportunidad de conocer y de ellos aprendí algo bueno.

A la UNTELS en la cual pasé unas de las más bonitas etapas de mi vida, recibiendo educación, conociendo amistades y docentes, en la cual pude estudiar mi carrera.

Agradecer a mi asesor Ing. Freddy Campos, quien me brindo la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento para guiarme en el desarrollo de mi trabajo.

Dicen que los amigos son hermanos que uno elige, quiero agradecer a mi amigo Cesar Castro una de las personas con las que comparto esta bonita carrera de telecomunicaciones.

Por último, a mi madre quien cargó en sus hombros el peso de una familia y gracias a ella mis hermanos y yo somos personas de bien

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE.....	v
LISTADO DE FIGURAS.	vii
LISTADO DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
OBJETIVOS.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.	2
1.1 Bases Teóricas.	2
1.1.1 Fibra óptica.....	2
1.1.2. Conectores ópticos.....	3
1.1.2.1 Tipos de conectores.	3
1.1.3. OTDR.....	4
1.1.4 MANGA O CAJA DE EMPALME.	5
1.1.4.1 TIPOS DE MANGA O CAJA DE EMPALME.....	5
1.1.5.1 PATCH CORD.....	8
1.1.6.1 CARACTERÍSTICAS DE UN ENLACE DE FIBRA ÓPTICA.	8
1.1.7.1 MARCO TEORICO ESPECIFICO.	10
1.1.7.2. Conclusión de los trabajos de investigación encontrados.	12
1.2 Definición de términos básicos.	13
CAPITULO II	15
2.1 Delimitación temporal y espacial del trabajo.	17
2.1.2. Espacial.....	17
2.2 DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.	18
2.3 MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO.	19
2.3.1 VISITA TÉCNICA	20
2.3.1.1 PLANOS DE PLANTA EXTERNA.....	20
2.3.1.3 CAMARA FOTOGRAFICA O CELULAR SMARTPHONE.....	21
2.3.1.4 ROLA.....	21
2.3.2 ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.....	22
2.3.2.1 REPORTE FOTOGRAFICO	22
2.3.2.2 PLANO DE TENDIDO	23
2.3.3 DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS.....	25

2.3.4	CALCULOS GENERALES PARA EL ENLACE DE LA FIBRA OPTICA.....	26
2.3.5	CUADRO DE EMPALMES DESDE EL NODO HACIA LA EMPRESA.....	27
2.3.6	IMPLEMENTACION DEL ENLACE MEDIANTE EL TENDIDO DE FIBRA OPTICA HASTA EL IESTP SAN FRANCISCO DE ASIS.	29
2.3.6.1	REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	29
2.3.6.2	Instalación de postes.....	30
2.3.6.3	EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES.	33
2.3.6.4	RECORRIDO DE LA FIBRA ÓPTICA.....	38
2.3.6.5	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN TIPICA EN CLIENTES.....	39
2.3.6.6	RECORRIDO DE LA FIBRA ÓPTICA.....	39
2.3.7	PROTOCOLOS DE PRUEBA.....	45
2.3.8	MEDICIONES DE LA OTDR.....	48
2.3.9	PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	50
2.3.10	REQUERIMIENTOS DEL PERSONAL.....	51
2.4	RESULTADOS.....	52
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES.....	54
	BIBLIOGRAFIA.....	55
	ANEXOS.....	56

LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1.1: Conector FC.....	3
Figura 1.2: Conector SC.....	3
Figura 1.3: Conector LC.....	4
Figura 1.4: Conector ST.....	4
Figura 2: Aparato OTDR y componentes	4
Figura 3.1: Manga Mondragón.....	5
Figura 3.2: Manga ZTT.....	6
Figura 3.3: Manga tipo Domo.....	6
Figura 3.4: Caja ODF de distribución.....	7
Figura 3.5: Dimensiones de Caja ODF	7
Figura 3.6: Roseta óptica (OTS).....	7
Figura 4: Patch-Cord.....	8
Figura 5: Diagrama de atención a un cliente.....	16
Figura 6.1: Plano de planta externa asignada para la visita técnica	20
Figura 6.2: Rola	21
Figura 7.1: Manga Mondragón ubicada en poste.....	22
Figura 7.2: Ingreso de fibra óptica proyectada a predio de cliente.....	23
Figura 8: Plano de tendido	24
Figura 9: Cuadro de empalmes utilizando el software opticore	28
Figura 10.1: Cuadro de empalmes descargado de software Opticore (Parte 1).....	29
Figura 10.2: Cuadro de empalmes descargado de software Opticore (Parte 2).....	29
Figura 11.1: Proyección de poste en veredas menores o iguales a 1.20m	30
Figura 11.2: Proyección de poste en veredas mayores a 1.20m.....	31

Figura 12: Plano de poste proyectado para el tendido aéreo de este proyecto.....	31
Figura 13.1: Excavación en material común fuera del prisma vial.....	32
Figura 13.2: Plano de canalización para este proyecto.....	33
Figura 14.1: Proceso de cercar el área a canalizar.....	34
Figura 14.2: Proceso de canalización.....	34
Figura 14.3: Verificación de altura de zanja.....	35
Figura 14.4: Instalación de sifón.....	35
Figura 14.5: Instalación de tubo de 3 pulgadas.....	36
Figura 14.6: Canalización culminada.....	36
Figura 14.7: Forado de 1.40m de profundidad en tierra.....	37
Figura 14.8: Poste instalado.....	37
Figura 14.9: Inicio del tendido de la fibra óptica.....	40
Figura 14.10: Recorrido de la fibra óptica de manera aérea a manera canalizada....	40
Figura 14.11: Recorrido de la fibra óptica de manera canalizada a manera aérea....	41
Figura 14.12: Tendido de fibra óptica de 24H llega a poste con manga instalada.....	41
Figura 14.13: Recorrido de la fibra óptica de manera aérea por poste instalado.....	42
Figura 14.14: Ingreso de la fibra óptica de manera aérea	42
Figura 14.15: Recorrido interno de la fibra óptica por instalaciones del instituto.....	43
Figura 14.16: Recorrido de fibra óptica sobre viga metálica.....	43
Figura 14.17: Recorrido interno de la fibra óptica.....	44
Figura 14.18: Espacio asignado para los equipos a instalar.....	44
Figura 14.19: Equipamiento final.....	45
Figura 14.20: CURVA OTDR.....	48
Figura 14.21: DETALLES DE LA MEDICIÓN.....	48

Figura 14.22: CONFIGURACIÓN DE PRUEBA Y CABLE – 1310 nm.....	48
Figura 14.23: CURVA OTDR.....	49
Figura 14.24: “DETALLES DE LA MEDICIÓN”	49
Figura 14.25: CONFIGURACIÓN DE PRUEBA Y CABLE – 1550 nm.....	49
Figura 14.26: PERSONAL CON SUS EPPS.....	51

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	17
Tabla 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA INTERFAZ ÓPTICA P1S1-1D1 DE LA RECOMENDACIÓN UIT-T.....	25
Tabla 3.1: PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN COSTOS FIJOS.....	50
Tabla 3.2: PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN COSTOS VARIABLES Y COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	50
Tabla 3.3: MATERIAL PLANTA INTERNA.....	50
Tabla 3.4: EQUIPAMIENTO	50

RESUMEN

Optical Networks S.A.C, fue elegida por el estado mediante la DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION DE LIMA METROPOLITANA, para que se le brinde internet mediante fibra óptica a 13 sedes. La empresa cuenta con una Red Backbone de Fibra Óptica Monomodo, para el transporte de Voz, Datos y video a altas velocidades, brindando atención a sus clientes a través de sus Puntos de Presencia (Nodo). El proyecto inicia por la necesidad de la Dirección Regional de educación en Lima Metropolitana de que sus sedes cuenten con internet con enlace dedicado, ya que, al albergar a estudiantes y docentes en formación educativa, estos deberían contar con los beneficios del internet mediante fibra óptica. Para suplir esta necesidad se llevaría a cabo el estudio de la ruta óptima para el despliegue de fibra óptica desde la última milla (manga) más cercana hasta las oficinas del IESTP San Francisco de Asís, recorriendo infraestructura propia y proyectada, se usarán también modelos matemáticos para calcular la atenuación total del enlace, como la ecuación de potencia de recepción mínima y de ancho de banda para demostrar que el enlace propuesto sea satisfactorio. Los resultados obtenidos serán que el IESTP San Francisco de Asís cuente con internet con enlace dedicado y con ello mejorar la calidad del servicio educativo a 338 estudiantes y 15 profesores, que se encuentran en la clase social baja.

INTRODUCCIÓN

Mientras la tecnología de las comunicaciones está avanzando globalmente y con ello se va mejorando las aplicaciones y se presentan ventajas como: mayor velocidad en transmisión de datos, mejor inmunidad al ruido, comunicaciones a largas distancias, etc. La fibra óptica es en la actualidad el medio más veloz para la transmisión de comunicaciones, siendo esta una tecnología confiable referente a la calidad y ancho de banda. Sabiendo que la fibra óptica es un medio de transmisión que genera muchos beneficios, su aplicación a la educación estatal debería ser un tema de interés nacional.

En este contexto la DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION DE LIMA METROPOLITANA en la necesidad de que sus sedes cuenten con internet mediante fibra Óptica, elije a OPTICAL NETWORKS SAC para que sea prestadora de este servicio. La empresa OPTICAL NETWORKS SAC, actualmente cuenta con una red tipo BACKBONE de Fibra óptica monomodo, con la que se cubrirá el problema de acceso a internet con enlace dedicado por la zona de Villa Maria del Triunfo donde no todos los proveedores pueden llegar con esta tecnología.

El presente trabajo de Titulación presenta el Diseño para la implementación de fibra óptica en el IESTP San Francisco de Asís de Villa Maria del Triunfo, donde se pudo determinar que para que se pueda desplegar la fibra óptica desde la manga más cercana hasta las oficinas del IESTP San Francisco de Asís, se tendrá que seguir lineamientos técnico económicos que se desarrollan en el presente trabajo.

En el capítulo 1 se describe el marco teórico donde se describe las definiciones de las provisiones a usar, los términos básicos que se verán en el trabajo y los estados de arte relacionados a mi trabajo de titulación. En el capítulo 2 se describe la metodología de desarrollo del trabajo profesional, se indica la delimitación espacio temporal, de donde y cuando se realizó el trabajo profesional, se detalla la problemática que se presentaron al momento de realizar el trabajo profesional, el modelo de solución y la contribución en las soluciones de las problemáticas y los resultados que se obtuvieron.

OBJETIVOS

a. General.

- Diseño e implementación de un nuevo enlace a través de la fibra óptica para el acceso a internet en el IESTP San Francisco de Asís de Villa Maria del Triunfo

b. Específicos.

- Definir el nuevo enlace del despliegue de fibra óptica para de acceso a internet para el IESTP San Francisco de Asís de Villa Maria del Triunfo

- Definir la mejor alternativa costo beneficio los trabajos de obras civiles y costos y otros del IESTP San Francisco de Asís de Villa Maria del Triunfo.

- Definir la correcta asignación de hilos de fibra y fusiones, para la ruta a seguir desde el NODO hasta el IESTP San Francisco de Asís, con ello también calcular la atenuación total del enlace.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.

1.1 Bases Teóricas.

1.1.1 Fibra óptica.

La fibra Óptica es el medio de comunicación que funciona enviando señales ópticas por hilos delgados de vidrio. Esta luz es guiada por el centro de la fibra que se llama núcleo.

El núcleo está rodeado por un material óptico que se llama revestimiento, el cual atrapa la luz mediante una técnica llamada reflexión interna total. La fibra óptica está cubierta por un amortiguador, que está hecho para proteger la fibra de la humedad y el daño físico.

1.1.1.1 TIPOS:

- Fibra Multimodo.

Las fibras multimodo o de índice gradiente gradual, tienen una banda de paso que llega hasta los 500Mhz por kilómetro. El principio de esta fibra está basado en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta, esto supone que los haces de luz pueden circular por más de un camino y por ende no llegan todos a la vez.

- Fibra monomodo.

La fibra monomodo en comparación con las fibras multimodo, tienen un tamaño de núcleo más pequeño, que brinda un alto índice de capacidad de transporte de información, esta tiene una banda de paso del orden de los 100Ghz/km y su implementación requiere de mayor complejidad.

1.1.2. Conectores ópticos.

Los conectores ópticos están compuestos de tres elementos: Un cuerpo de plástico o metal. Un mecanismo de soporte del conector al acoplador (unión doble). Un ferrule o casquillo que posee un anillo de posicionamiento para la sintonía del conector.

1.1.2.1 Tipos de conectores.

- FC (Ferrule Conector).

Es un conector roscado con fijación muy resistente a movimientos y vibraciones, se usa mayormente en CATV, con pérdidas de inserción que alcanzan los 0.3 DB. Ver figura 1.1



Figura 1.1 Conector FC

Fuente: <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

- SC. (Standard Connector)

Es un conector sin partes metálicas su creación es de los 80s. Sus dimensiones están de acuerdo con la norma EN 186000. Ver figura 1.2.



Figura 1.2 Conector SC

Fuente: <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

- LC (Lucent Connector)

Es un conector pequeño con creación en el año 1997, con ajuste tipo push and pull, es más seguro y compacto que el SC, su usan para fibras monomodo y multimodo Su pérdida de inserción típica es de 0.1dB. Ver figura 1.3.



Figura 1.3 Conector LC

Fuente: <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

- ST (Straigh Tip)

Es un conector en punta recta, fue desarrollado en EE. UU. por la empresa AT&T, usados inicialmente en redes corporativas y ámbito militar, con características similares al conector FC, se usan más en fibras multimodo. Ver figura 1.4



Figura 1.4 Conector ST

Fuente: <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

1.1.3. OTDR.

El “Opto Reflector en el Dominio del Tiempo” es un aparato para testear y verificar la longitud del cable instalado y la perdida de los empalmes. La medición de la longitud con el OTDR debe estar realizada de acuerdo con el estándar EIA/TIA–455– 60.



Figura 2. APARATO OTDR Y SUS COMPONENTES

Fuente: Elaboración propia

1.1.4 MANGA O CAJA DE EMPALME.

Una manga es técnicamente una caja de empalme en el cual se encuentran las fusiones de hilos realizadas para clientes existentes y se irán realizando empalmes de acuerdo se incluyan más clientes a la empresa. Arias Cabezas, C. M. (2016) Existen diferentes tipos de mangas y cajas de empalme, pero las más comunes a usar para enlaces de internet dedicado son las siguientes:

1.1.4.1 TIPOS DE MANGA O CAJA DE EMPALME.

- **Manga Mondragón.**

Existen 2 tipos de 64H y de 128H, una se diferencian por la cantidad de cables que pueden soportar, mientras la de 64H soporta un máximo de 10 cables la de 128H soporta un máximo de 12 cables. En la figura 3.1 se muestra una manga Mondragón de 128H.



*Figura 3.1 "Manga Mondragón"
Fuente: Elaboración propia.*

- **Manga ZTT.**

Manga utilizada mayormente para edificios pequeños y lugares donde se puede visualizar no existen potenciales clientes, ya que soporta como máximo 6 cables. Ver figura 3.2



Figura 3.2. "Manga ZTT"
Fuente: Elaboración propia.

- **Manga Tipo Domo.**

Es una manga similar a la manga ZTT, con la diferencia de que esta soporta hasta 8 cables. Ver figura 3.3



Figura 3.3 "Manga Tipo Domo"
Fuente: Elaboración propia.

- Caja ODF De distribución 24H

Una caja ODF es una caja de empalme que se ubican en lugares estratégicos, dentro de edificios, almacenes, centros comerciales, se colocan cajas ODFs para potenciales clientes ubicados en un mismo predio. En la siguiente figura 3.4 se muestra la caja ODF y en la figura 3.5 sus dimensiones.



Figura 3.4. "Caja ODF de Distribución de 24H"
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.5. Dimensiones de Caja ODF
Fuente: Elaboración propia.

Roseta óptica (OTS)

Es una caja compacta que actúa como punto de terminación de la red óptica utilizando conectorización directa o empalme por fusión. (Ver figura 3.6)

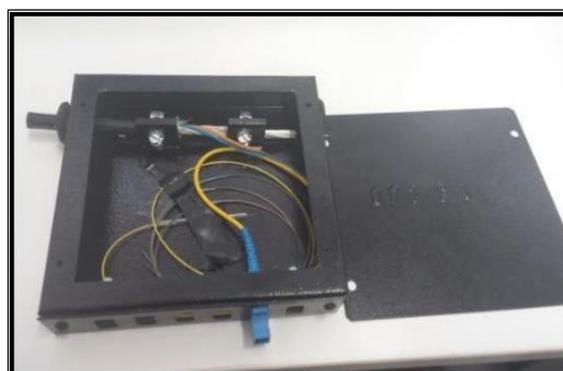


Figura 3.6. ROSETA OPTICA (OTS)
Fuente: Elaboración propia.

1.1.5.1 PATCH CORD.

El jumper o patch-cord, se usa para conectar para unir el cable de transporte con el terminal óptico. Este patch-cord (Ver figura 4) es un tramo de cable simplex Mono fibra o dúplex con ambos extremos conecterizados.



Figura 4. Patch-Cord.
Fuente: Elaboración propia.

1.1.6.1 CARACTERÍSTICAS DE UN ENLACE DE FIBRA ÓPTICA.

Según Román, Roberto. (2010), en su Diseño de la ampliación de la red de comunicación de EMELNORTE utilizando fibra óptica y tecnología inalámbrica.

Para que un enlace de fibra óptica este correctamente dimensionado y funcione sin problemas, éste debe de cumplir con la siguiente relación (ver ecuación 1). En esta se incluye todos los posibles parámetros que influyen en la atenuación del enlace.

$$P_T - n * \alpha_C - \alpha * D - \alpha_e * N_e - M_C - M_e \geq P_R$$

Ecuación 1. Potencia de recepción mínima

Dónde:

P_T = Potencia de transmisión (dB)

n = Número de conectores de extremo a extremo del enlace

α_C = Atenuación debida al conector utilizado en la interfaz (dB)

α = Atenuación debida a la longitud de la fibra óptica (dB/Km)

D = Longitud efectiva de fibra óptica (Km)

α_e = Atenuación debida a los empalmes (dB)

N_e = Número de empalmes

M_C = Margen de seguridad del cable de fibra óptica (dB)

M_e = Margen de interfaz óptico de transmisión (dB)

PR = Potencia de recepción mínima (dBm)

En este proyecto también podemos encontrar la fórmula para hallar el ancho de banda:

$$AB = \frac{0.5}{D * W_c * \Delta\lambda}$$

Ecuación 2. Fórmula para hallar el ancho de banda

Donde:

- D = Distancia del enlace (Km)
- W_c = Coeficiente de dispersión cromática de la fibra óptica ($ps/nm.Km$)
- $\Delta\lambda$ = Ancho espectral del láser (nm)

1.1.7.1 MARCO TEORICO ESPECIFICO.

Se revisaron trabajos de investigación, que se encuentran ligados a este trabajo de suficiencia profesional dichos trabajos se detallan en resumen a continuación:

Criollo Caizaguano, L. S. (2015). Diseño de una red convergente de fibra óptica para interconectar los Campus de la Universidad de la Américas (Master's thesis, Quito/PUCE/2015)

En este proyecto se presenta un diseño de red convergente de fibra óptica con el fin de interconectar distintos campos de la Universidad de las Américas en Quito, Ecuador, este proyecto utiliza la fibra óptica como medio de transmisión, a fin de brindar servicios de banda ancha en voz, datos y video, presentando los costos asociados al proyecto, referente a equipos, mano de obra, etc.

En este contexto el autor se siente motivado al realizar dicho proyecto ya que se ve con la problemática de que esta Universidad las 5 sedes que albergan se encuentran conectadas únicamente por un enlace, arrendado por Telefónica Movistar, por ello con la tecnología de fibra Óptica se busca garantizar una red convergente que permita conexión local y de acceso remoto, con el respaldo de una red backup mediante un enlace inalámbrico. (P.39)

El aporte que realiza el autor, es que la universidad cuente con su red de datos propia, esto puede ayudar a futuras generaciones de dicho campus a realizar prácticas preprofesionales en ella y tal vez una fuente de trabajo para futuros profesionales. Para obtener este aporte el autor consideró el proceso de realizar una topología que permitiera interconectar todas las sedes del campus, por ello usó una topología tipo estrella que proporciona una red escalable, que también reduce los costos de interconexión de equipos y según palabras del autor sería la más adecuada debido a la disposición geográfica de las sedes del campus de la universidad (P.70). En este caso el autor compara la red actual de la universidad, con la red que se está diseñando, concluyendo que el costo mensual que asume la universidad por el tipo de servicio, en menos de un año de pago por el servicio la universidad puede ser dueña del manejo transporte y administración de su información. (P.114)

Fernández Castro, A. F., Barajas López, H. R., & Luna Gutiérrez, P. (2018). Propuesta para la implementación de la red de fibra óptica y suministro de internet en las sedes principales de los colegios públicos del municipio de Chía (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios.).

En este proyecto se presenta la propuesta de mejorar el servicio de internet en los principales colegios públicos del municipio de Chía, departamento de Cundinamarca, Colombia. En este contexto el autor propone la mejora de la calidad de internet con el uso de la fibra Óptica, mejorando su ancho de banda y con ello satisfacer las necesidades de los alumnos y docentes de estas instituciones, analizando la realidad actual referente al internet que existe en los principales colegios donde se llevarán a cabo estas mejoras.

La motivación que encuentra el autor en este proyecto, es que gracias al uso del internet mediante la fibra óptica, mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes y docentes del sector público. (P.11)

El autor hace referencia a su aporte que, al conectar los diferentes colegios del Municipio de Chía con un internet de enlace dedicado mediante la fibra óptica, estos tengan una mejora significativa en cuanto a la calidad de la velocidad y conectividad de transmisión de datos.

El proceso para obtener estos aportes se basa en la puesta en marcha de la creación de 3 nodos, luego de ello se instalará la infraestructura para cada uno de los colegios, realizando primero la viabilidad de las rutas por donde se realizará el tendido de la Fibra Óptica y los materiales a usar. (P.45). Este proceso culminaría con la implementación de la red que se propuso implementar, utilizando equipos de red encontrados en todas las sedes y solo se invertiría en la red de planta externa. (P.55).

1.1.7.2. Conclusión de los trabajos de investigación encontrados.

En los dos trabajos se usan la fibra óptica, en uno se contempla el uso de la fibra multimodo para la interconexión de sedes de un solo campus universitario y en otro se contempla el uso de la fibra monomodo al querer brindarle un mayor ancho de banda a las sedes de los colegios seleccionados.

En cuanto a los 2 trabajos se puede concluir que el internet de fibra óptica mejora la calidad educativa de centros de estudios, que anteriormente contaban con otro tipo de conexión a internet.

Mucho de estos proyectos no se llevan a cabo por ignorancia de los gobiernos del país donde se encuentren.

1.2 Definición de términos básicos.

Nodo: Son equipos encargados de realizar las diversas funciones de procesamiento que requieren cada una de las señales o mensajes que circulan o transitan a través de los enlaces de red. Oña Pachacama, C. G. (2012)

Redes de Acceso y Backbone: Una red Backbone es una infraestructura de alto rendimiento y carácter de red principal, estas redes son troncadas, quiere decir que tienen un segmento troncal de un gran ancho de banda la cual se conectan a una serie de subredes. Canalis, M. S. (2003)

OTDR: El "Opto Reflector en el Dominio del Tiempo" es un aparato para testear y verificar la longitud del cable instalado y la pérdida de los empalmes. Aguirre De Los Rios, J. A. (2011)

Ancho de Banda: Cuando se habla de ancho de banda en un canal de comunicación se define como la frecuencia máxima y mínima que pueden pasar por el canal. Tomasi, W. (2003)

Canal de internet dedicado: El internet de enlace dedicado consiste en un servicio dedicado para cada

cliente, esto quiere decir que no se comparte con otros usuarios y este opera de forma continua, se garantiza al cliente la navegación a través del ancho de banda contratado. Garzón Fajardo, E. S., González Jiménez, N. S., Mejía Ortega, A. M., Pacheco Fontalvo, K. I., & Rodríguez Castillo, C. L. (2016).

Fusión Óptica: Se trata del proceso de unir o empalmar los núcleos de dos fibras ópticas. Otero Cuevas, E. A. (2018)

Software: Se conoce como software a un proceso o procesos lógicos, que asociados cumplen una tarea específica.

Media Converter: Se trata de un conversor de Ethernet a Fibra, quiere decir que convierte a electrones que viajan por el cable UTP, el haz de luz que viajaba por la Fibra Óptica. Guzman Villegas, A. (2012)

Atenuación: Es la disminución de la potencia de la señal del haz de luz conforme esta se va propagando a lo largo del núcleo de la fibra óptica.

Estándares: Es un patrón, modelo, criterio o regla de medida para la operación de procesos específicos,

con el fin de asegurar la calidad en la prestación de servicios.

Estándar TIA/EIA-568-A: Especifica los requerimientos mínimos para el cableado de establecimientos comerciales de oficinas.

Estándar EIA/TIA- 455- 60: Especifica la medición de longitud del cable, usando el OTDR. Lorenti Gomezcoello, R. D. (2014)

Estándar ITU-T G.652: Esta recomendación describe las características geométricas y de transmisión de fibras y cables monomodo cuya dispersión cromática y longitud de onda de corte no esté desplazada de la longitud de onda de 1310nm

PIGTAIL: Es un hilo de fibra óptica cubierto de plástico, con un conector en uno de los extremos que se usa para el interfaz con los equipos y en su otro extremo cuenta con fibra

descubierta para que se pueda empalmar a la fibra del cable principal. Ávila y Tolentino (2018, p.77)

MTC: Ministerio de transporte y comunicaciones del Perú. Órgano del estado peruano responsable del desarrollo de los sistemas de transportes y de la infraestructura de las comunicaciones y telecomunicaciones.

ITU: De sus siglas en inglés *International Telecommunication Union*”, se trata de él organismo especializado en telecomunicaciones, encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional.

Ventanas de Transmisión óptica: Regiones del espectro donde las características de transmisión de las fibras se presentan más favorables, por ejemplo, donde la atenuación es más reducida. Grosz, D. F. (2004)

OTN: Red de transporte óptico.

CAPITULO II

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.

En este contexto el autor se encuentra trabajando en la empresa OPTICAL NETWORKS S.A.C, en la gerencia de operaciones, en el área de diseño de cliente, en el año 2020.

Optical Networks S.A.C fue elegida para proveer de internet con enlace dedicado a 13 sedes de la DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION DE LIMA METROPOLITANA, siguiendo el proceso de ingreso al concurso, se lleva a cabo primero el estudio de factibilidad (es el estudio desde escritorio sobre una posible ruta del despliegue desde la manga más cercana al cliente y su respectivo costo de implementación) , envío de propuesta al cliente, aprobación de esta propuesta, generación de ticket o circuito por el coordinador del proyecto, este deriva al área de provisión quien inicia de acuerdo al tipo de provisión.

Una vez que se encuentre en el área de provisiones, si en caso se necesite de una visita técnica para validar el recorrido del estudio de la factibilidad, se envía a un inspector de campo, quien es una persona con experiencia en el diseño del despliegue de la fibra, al que se le brinda soporte técnico, él sería el responsable de la búsqueda de ruta para el diseño, enviando su informe al área de provisiones.

Este informe se revisa luego de la visita técnica realizada para iniciar el proceso de inicio de provisión.

Evaluar costos de provisión.

El analista de provisión valida que la provisión no supere las siguientes condiciones:

1. El costo no debe superar los \$500.00 (Dólares) sobre la factibilidad emitida.
2. No debe superar los \$5000 (Dólares).

En caso la provisión enviada no cumpla las condiciones anteriores, se tiene que enviar un correo solicitando la gestión para la aprobación de costos, para proceder con la provisión.

Una vez que se evalúan los costos de provisión se deriva al área de aprovisionamiento, en caso el proyecto cuente con obras civiles proyectadas se

deriva el circuito hacia el área de Obras civiles de la empresa, quien se encarga de conseguir los permisos municipales y ejecutar las obras civiles. Realizadas las obras civiles, se deriva el ticket al área de instalaciones quienes revisan los planos enviados, planos de tendido y planos de acceso, la cantidad de mangas asignadas a fusionar desde la oficina del cliente hasta el nodo más cercano y materiales designados.

En el siguiente diagrama se ve la atención de un cliente (Ver figura 5)

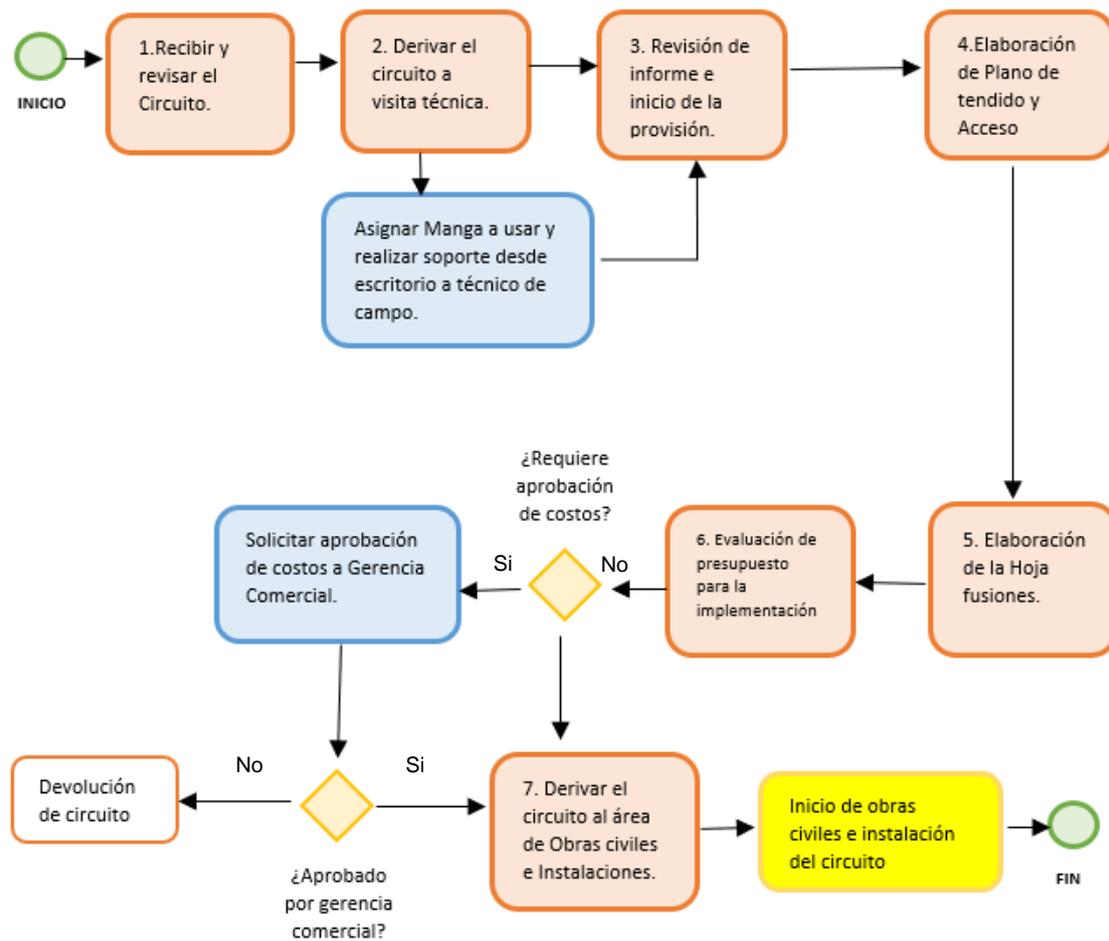


Figura 5: Diagrama de atención a un cliente.
Fuente: Elaboración propia.

2.1 Delimitación temporal y espacial del trabajo.

2.1.1 Temporal

El desarrollo del proyecto comprende en el periodo del mes de enero del 2020 hasta el mes de febrero del 2020. En la tabla 1 se ve el cronograma de este proyecto.

Tarea	Fecha de inicio	Duración	Fecha final
Visita técnica	13 - Enero	1	13 – Enero
Elaboración del informe técnico	14 – Enero	3	17– Enero
Elaboración de planos y expedientes	17 – Enero	4	21 – Enero
Permisos de la municipalidad	21 – Enero	25	15 – Febrero
Canalizado	17 – febrero	2	19 – Febrero
Plantado de postes	19 – Febrero	2	21 – Febrero
Tendido de F.O. (PEXT)	21 – Febrero	1	21 – Febrero
Tendido de F.O. (PINT)	22 – Febrero	1	22 – Febrero
Pruebas y mediciones	24 – Febrero	1	24 – Febrero
Configuración de equipos	24 – Febrero	1	24 – Febrero
Brindar alta	24 – Febrero	1	24 – Febrero

Tabla 1: Cronograma del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Espacial

El desarrollo de este trabajo de suficiencia se realizó principalmente en el distrito de Villa María del Triunfo y Villa el Salvador.

2.2 DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.

El proyecto inició cuando al Área de diseño de cliente se derivaron los tickets del proyecto de las 13 sedes de la Dirección Regional de Educación en Lima Metropolitana para su respectivo diseño, para cumplir los procesos de OPTICAL NETWORKS y al tratarse un cliente del Estado, se tendría que dar importancia a las instalaciones y a sus altas operativas, en este caso el mayor problema era que no se tenía cobertura por la zona de Villa Maria del Triunfo en donde queda la sede, por lo que se tuvo que enviar a un analista de campo para que recoja información en sitio de los datos de la ruta asignada por el analista para la proyección del tendido desde la manga más cercana hasta las oficinas del cliente. En este caso el autor tuvo la tarea de como Analizar y Diseñar una ruta óptima para realizar el despliegue de la fibra óptica y con ello proveer de internet, para la sede de Villa Maria del Triunfo de la DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION DE LIMA METROPOLITANA, ya que, al tratarse de una zona alejada de lima centro, el acceso a este servicio sería el mayor inconveniente.

Debido a que Optical Networks S.A.C no tenía cobertura por dicha zona, el problema principal era como desplegar la fibra óptica hacia el predio respetando las normas del MTC (Ministerio de Transportes y comunicaciones), ampliando así la Planta Externa y con ello reducir costos para futuros clientes que deseen del servicio de internet mediante fibra óptica, por dicha zona.

Entonces con los datos obtenidos en la visita técnica en sitio se tuvo que proyectar el izado de postes y la construcción de canalizados para que la fibra pueda desplegarse de manera subterránea mediante ductos cumpliendo con las normas impuestas por el MTC (Directiva N°001- 2008-MTC/02)

2.3 MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO.

La solución a este problema fue en encontrar la mejor ruta con el menor gasto posible para poder atender la necesidad del cliente, viendo los lineamientos de la empresa donde laburo, siguiendo sus procedimientos generales.

Esto quiere decir ver el tipo fibra y el metrado respectivo que tiene que utilizarse, la manga más cercana que tiene que usarse, el tipo de ingreso que se hará hasta las oficinas del instituto, la cantidad de fusiones que se realizarán para que puedan conectarse hasta el nodo más cercano , la cantidad de postes proyectados que tienen que izarse, el metrado de canalizado y el tipo de ducto. Se verifica también el ingreso al cliente si tienen un espacio apropiado para la instalación de equipos y sus futuras proyecciones.

En el diseño de este enlace se tuvo que analizar la ruta más óptima desde la última manga más cercana hasta las oficinas del IESTP San Francisco de Asís, para este diseño es necesario realizar una visita técnica asistida, en el cual el inspector de campo, medirá el metraje de fibra óptica a usar, también observará la infraestructura de planta externa para el despliegue de la fibra óptica donde analiza la cantidad de postes de concreto de alumbrado que se encuentren en buenas condiciones listos para ser usarlos de apoyo para el tendido aéreo. Si el inspector de campo observa postes en mal estado observa postes en mal estado o que no se puedan usar para el tendido aéreo de la fibra óptica, este proyectará postes que luego serán instalados, estas proyecciones de postes a izar tienen que cumplir la distancia de 50 metros aproximadamente de otro poste existente o proyectado, para medir de manera exacta los metros de fibra óptica y la distancia de proyección de postes es necesario que en visita técnica el inspector cuente con una rola o rueda métrica. Si el inspector de campo ve que es necesario que el tendido proyectado pase por debajo de las líneas de alta tensión se tiene que proyectar una canalizado para que la fibra óptica se desplace de manera subterránea.

Para realizar el diseño del tendido de fibra óptica desde la última manga más cercana hacia las oficinas del IESTP San Francisco de Asís, se cumple el proceso de una visita de campo, las fusiones de hilos de la fibra óptica a usar hacia la empresa permisos a la Municipalidad donde se ejecutarán las obras civiles

proyectadas (canalizado e instalación de postes) este proceso será explicado detalladamente a continuación:

2.3.1 VISITA TÉCNICA

Se envía un técnico inspector de campo, quien cuenta con experiencia y conoce los lineamientos a seguir, para poder proyectar el tendido de fibra óptica, este inspector está encargado de buscar la mejor ruta para el diseño, para que este pueda realizar el estudio de campo, se le asigna los siguientes instrumentos.

2.3.1.1 PLANOS DE PLANTA EXTERNA.

Se le asigna un plano en formato CAD con la zona donde se encuentra el cliente, donde se indican avenidas y calles, en el plano también se le asigna las posibles angas a usar y la posible ruta hasta del tendido hasta el predio del cliente. El inspector imprime este plano en formato A3 y llevarlo a campo para el estudio o puede descargarlo en su teléfono móvil y visualizarlo desde su dispositivo. Para este trabajo de suficiencia se asignó el siguiente plano. (Ver figura 6.1)

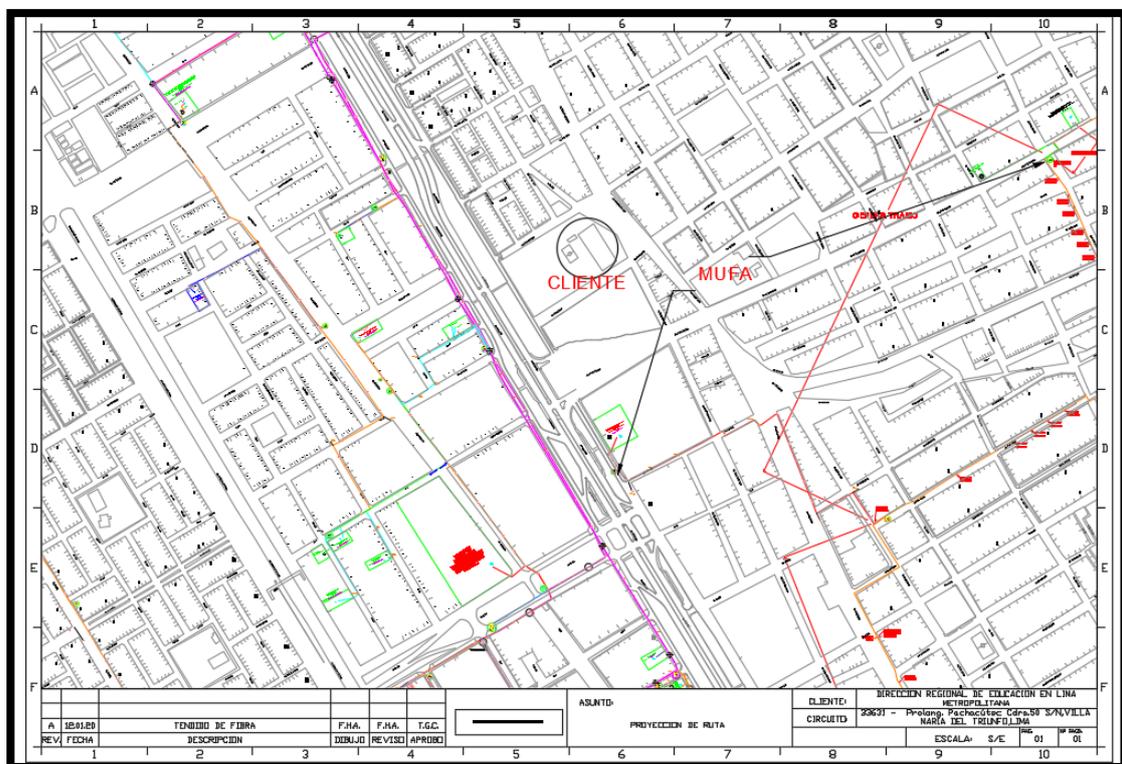


Figura 6.1 Plano de planta externa asignada para la visita técnica
Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.2 ACTA DE VISITA

Documento en el cual el encargado por parte del cliente firmará el diseño del recorrido interno de la fibra óptica por sus oficinas y el lugar donde se ubicarán los equipos, propuestos por el inspector de campo.

2.3.1.3 CAMARA FOTOGRAFICA O CELULAR SMARTPHONE.

Se usa la cámara fotográfica o la cámara del celular smartphone del inspector de campo para que se pueda elaborar un informe técnico y reporte fotográfico del diseño del tendido de la fibra óptica.

2.3.1.4 ROLA

Este instrumento sirve al inspector de campo, para poder medir la distancia exacta que recorrerá la fibra, también se usa para medir la separación de postes proyectados y el metrado exacto de canalizado. Este instrumento se observa en la figura 6.2



*Figura 6.2. Rola
Fuente: Elaboración propia.*

2.3.2 ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

Este informe debe de contar con la ruta proyectada del tendido de fibra óptica desde la manga más cercana por el recorrido externo e incluyendo el recorrido interno hacia las oficinas del cliente.

2.3.2.1 REPORTE FOTOGRAFICO

Este reporte se realiza desde la mufa que se eligió para el tendido de fibra óptica, el recorrido externo, el ingreso al cliente y recorrido interno.

En la figura 7.1 se observa la foto de la manga que se eligió para este trabajo de suficiencia y en la figura 7.2 se observa el acceso al cliente que en este caso es de forma aérea con un anclaje proyectado.



*Figura 7.1 Manga Mondragón ubicada en poste.
Fuente: Elaboración propia.*



Figura 7.2 Ingreso de fibra óptica proyectado a predio de cliente
Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.2 PLANO DE TENDIDO

Este documento incluye información del recorrido del tendido de la fibra óptica, de manera completa. En la figura 8 se observa el plano de tendido de este trabajo de suficiencia, se observa el plano donde se proyectan trabajos de obras civiles, para que sea ejecutado por el área correspondiente, como la cantidad de postes a proyectados y la proyección del canalizado a ejecutar para poder cruzar las líneas de alta tensión (estas proyecciones se diferencian en el plano porque tienen un color azul). En este plano podemos encontrar también la cantidad en metros y tipo de fibra óptica que se usará para el tendido externo y se contempla la proyección de una manga en el recorrido de la fibra óptica.

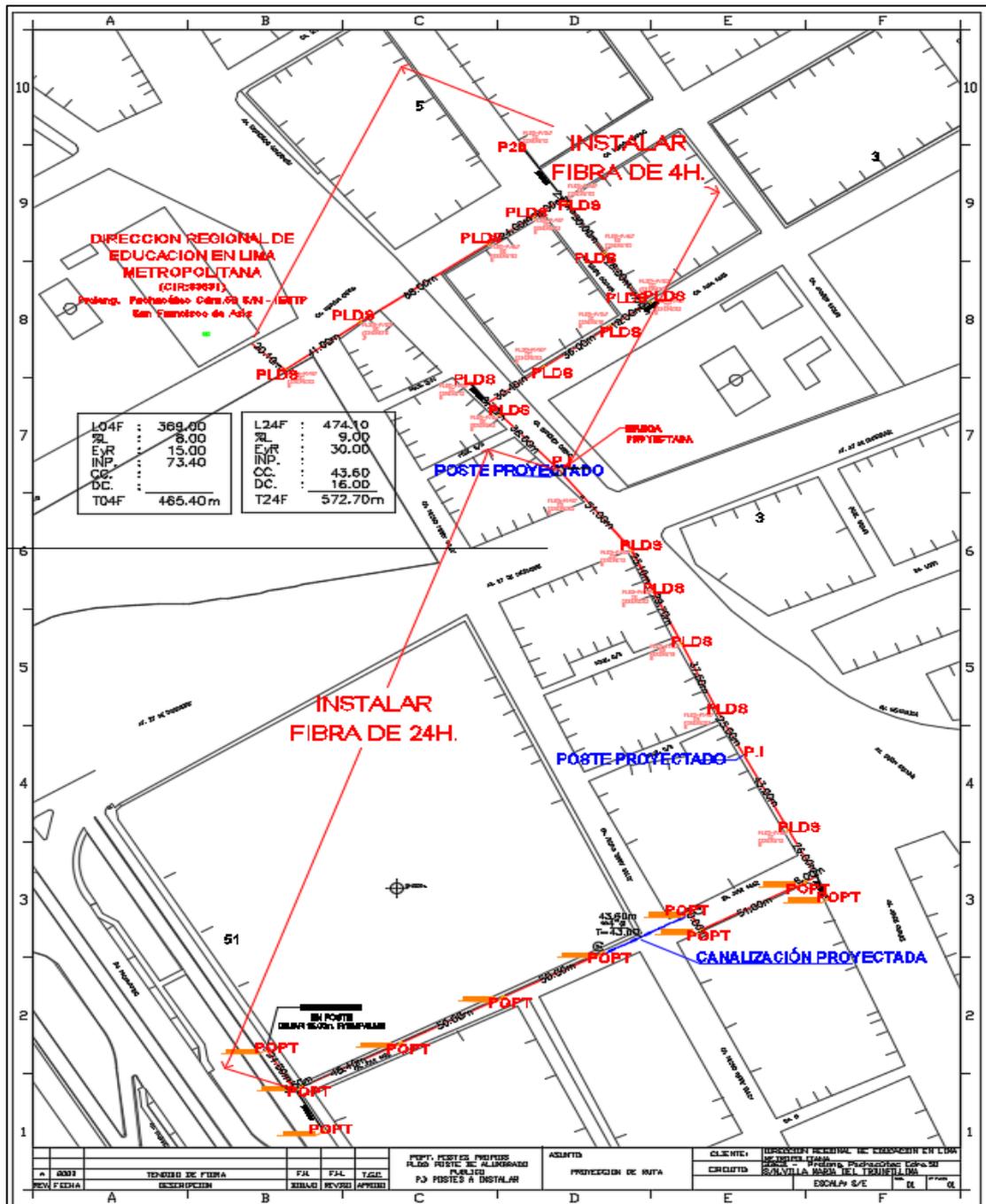


Figura 8. Plano de tendido.
Fuente: Elaboración propia.

2.3.3 DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS.

Para el enlace dedicado, trabajaremos con la recomendación UIT-T – G. 959. 1, que en resumen se centra en los valores de parámetros ópticos de las interfaces interdominios Unicanal y multicanal pre- OTN y proporciona un marco para las interfaces físicas OTN.

La recomendación UIT-T – G. 959. 1 tiene la interfaz 2.5 Gbps para el enlace monomodo. En el diseño se ha propuesto trabajar con una fibra óptica que cumpla con la recomendación G.652.D la cual puede operar satisfactoriamente sobre la segunda (1310nm) y tercera (1550nm) ventana de transmisión.

El enlace a trabajar es de distancia media, por lo que se utilizará una fibra con una transmisión en 1310nm, no será necesario amplificadores ópticos intermedios, además de estos, en su mayoría trabajan en la tercera ventana, lo que nos obligaría a que nuestra transmisión se realice en dicha ventana.

Entonces podemos trabajar sobre la interfaz P1S1-1D1 ya que es una interfaz óptica recomendada por la UIT- G. 959.1 para enlaces de fibra óptica que operan los 1310nm y cumple la recomendación G.652. (Ver tabla 2)

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALORES
Velocidad binaria	Gbps	2.5
Tipo de fibra	-	G.652.D
TRANSMISOR S		
Tipo de transmisor	-	SLM (láser de modo logitudinal)
Potencia máxima	dbm	0
Potencia mínima	dBm	-5
TRAMO ÓPTICO ENTRE EL TRANSMISOR S Y EL RECEPTOR R		
Atenuación máxima	dB	11
Atenuación mínima	dB	0
Máxima dispersión cromática en el limite superior de longitud de onda	ps/nm	± 140
Máxima potencia de entrada	dBm	0
Sensibilidad mínima	dBm	-26
VER	-	10 ⁻¹²

Tabla 2. Especificaciones técnicas de la interfaz óptica P1S1-1D1 de la recomendación UIT-T.

Fuente: Aguirre Müller, B. J. (2018). *Diseño e Implementación de un Nuevo Enlace A Través del Tendido de Fibra Óptica para Mejorar el Ancho de Banda y El Trafico de Red de La Empresa TEOMA CORP SAC Ubicado en la Av. Los Eucaliptos N 317 en el Distrito de Lurín Lima*

2.3.4 CALCULOS GENERALES PARA EL ENLACE DE LA FIBRA OPTICA.

Se utilizará la ecuación de la potencia de recepción mínima. Ver ecuación 1.

En los extremos del enlace usaremos conectores LC, que tienen pérdidas de 0.4dB cada uno, para cada uno de estos extremos contamos con cable Patch Cord, el cual sirve para la conexión con los equipos activos del sistema, por lo tanto, en el enlace se tiene la existencia de 2 conectores.

Los equipos cuentan con un margen de reserva por envejecimiento y condiciones ambientales en el orden de 0.1 a 0.6 dB/Km, para el cálculo usaremos el valor de 0.6 dB/Km que constituye el peor de los casos. En el margen de seguridad para los cables debido a futuras reparaciones está entre 1 y 2 dB. Como en el enlace la distancia requerida es de aproximadamente 4.4km en su mayoría van a presentarse atenuaciones en el orden de los 2 a 3 dB.

En el enlace a lo largo del trayecto de la fibra utilizaremos la técnica de fusión, la cual incluye pérdidas de 0.3 dB. Cuando se realizan estas fusiones se incluyen elementos de encapsulado, estos se usan para proteger empalmes de los refuerzos y de la contaminación.

Entonces se tiene que la distancia que recorrerá la fibra es de 4.4km aproximadamente y se utilizarán 10 empalmes en el recorrido, entonces para el cálculo de atenuación reemplazamos los valores en la Ecuación 1.

$$P_T - n * \alpha_C - \alpha * D - \alpha_e * N_e - M_C - M_e \geq P_R$$

$$\begin{aligned} -5(dBm) - 2 * 0.4(dB) - 0.4 * 4.4(km) - 0.3(dB) * 10 - 2(dB) - 3(dB) &\geq -26(dBm) \\ -15.56(dBm) &\geq -26(dBm) \end{aligned}$$

Como se observa la potencia recibida es mayor que la sensibilidad del receptor, esto quiere decir que el enlace es satisfactorio.

En el proyecto se usará fibra óptica en el rango de los 1310nm de longitud de onda, cuyo coeficiente de dispersión cromática posee valores de 4 o 5 ps/nm. Km. Según la recomendación UIT-T G.959.1 se sugiere la utilización de láser de 5nm para aumentar el ancho de banda del enlace el cual calcularemos con la Ecuación 2.

$$AB = \frac{0.5}{D * W_C * \Delta\lambda}$$

Reemplazando datos tenemos la siguiente ecuación:

$$AB = \frac{0.5}{4.4(km) * 5.3\left(\frac{ps}{nm.km}\right) * 5(nm)}$$

$$AB = 4.2 \text{ Mhz}$$

Con esto se tendría que el ancho de banda resultante para el enlace es el valor obtenido, sabiendo que este valor es teórico ya que se encuentran bajo las condiciones de infraestructura y planificación de red. Este cálculo efectuado tiene que ver con el ancho de banda que se dispondrá en el enlace y no con el ancho de banda requerido.

2.3.5 CUADRO DE EMPALMES DESDE EL NODO HACIA LA EMPRESA.

Opticore. El opticore es un software propio de la empresa OPTICAL NETWORKS, en el que se crean de manera lógica nuevos clientes, mufas, Hoja de fusiones o Cuadro de empalmes.

En este software también se puede ver en tiempo real las fusiones de hilos existentes en mangas, desde los clientes hasta el Nodo que se tiene asignado.

A continuación en la figura 9 se muestra un cuadro de empalmes con las fusiones hasta su NODO asignado.



Figura 9. Cuadro de empalmes utilizando el software opticore
 Fuente: Elaboración propia.

En esta parte del diseño se analiza las fusiones que se realizarán en la instalación para brindar el servicio, en nuestro diseño se considera la instalación de una manga proyectada, esta instalación ayudará a tener una mejor infraestructura de red hacia las oficinas del instituto. Estas asignaciones consisten en usar el software opticore para la asignación de hilos a fusionar en el recorrido lógico y físico desde el NODO VILLA EL SALVADOR hasta las oficinas del IESTP San Francisco de Asís en la figura 10.1 se observa este recorrido y en la figura 10.2 se observan las mangas que se manipularán e hilos de la fibra óptica que se fusionarán.



Figura 10.1 Cuadro de empalmes descargado de software Opticore (Parte 1)
 Fuente: Elaboración propia.

ID	Sito Origen	Hilo Empalme	Tipo de Fibra	Hilo	Sito Destino	Estado de Fibra
1	(Nodo) N038 - Villa El Salvador - (B - H)	60	96H	60	(Mufa) MANGA MONDRAGON AV. FORJADORES FRENTE AL NODO (22D-04-TM0591-96) - 22D-04-TM0591-96	Existente
2	(Mufa) MANGA MONDRAGON AV. FORJADORES FRENTE AL NODO (22D-04-TM0591-96) - 22D-04-TM0591-96	60	96H	60	(Mufa) MANGA MONDRAGON AV. VELASCO ALVARADO # CA. 10 (22D-04-TM0373-84) - 22D-04-TM0373-84	Existente
3	(Mufa) MANGA MONDRAGON AV. VELASCO ALVARADO # CA. 10 (22D-04-TM0373-84) - 22D-04-TM0373-84	60	48H	12	(Mufa) MANGA MONDRAGON AV. PACHACUTE# CA. MARIANO MECOCHEA (22D-04-TM0249-72) - 22D-04-TM02	Existente
4	(Mufa) MANGA MONDRAGON AV. PACHACUTE# CA. MARIANO MECOCHEA (22D-04-TM0249-72) - 22D-04-TM02	12	48H	12	(Mufa) BANDEJA EN MEDIO TRAMO JUAN VELASCO / AV. SOLIDARIDAD - SIC	Existente
5	(Mufa) BANDEJA EN MEDIO TRAMO JUAN VELASCO / AV. SOLIDARIDAD - SIC	12	48H	12	(Mufa) MANGA ZTT AV. PACHACUTE# GENERAL VIDAL ME - 1101 -	Existente
6	(Mufa) MANGA ZTT AV. PACHACUTE# GENERAL VIDAL ME - 1101 -	12	48H	6	(Mufa) MANGA ZTT 96H SIMON BOLIVAR # FLORA TRISTAN - SIC	Existente
7	(Mufa) MANGA ZTT 96H SIMON BOLIVAR # FLORA TRISTAN - SIC	8	48H	2	(Mufa) MANGA MONDRAGON 64H PROYECTADA AV. PACHACUTE# CDRA 52 # CALLE B (LADO DEL CLIENTE)	Proyectado
8	(Mufa) MANGA MONDRAGON 64H PROYECTADA AV. PACHACUTE# CDRA 52 # CALLE B (LADO DEL CLIENTE)	2	36H	1	(Mufa) MANGA MONDRAGON DE 64 H PROYECTADA EN POSTE DE OPT PROYECTADO CASANUEVA CERROAV.27 DE D	Proyectado
9	(Mufa) MANGA MONDRAGON DE 64 H PROYECTADA EN POSTE DE OPT PROYECTADO CASANUEVA CERROAV.27 DE D	1	4H	1	(Mufa) CAJA OTS 01 DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION EN LIMA METROPOLITANA (Prolong. Pachacútec C	Proyectado
10	(Mufa) CAJA OTS 01 DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION EN LIMA METROPOLITANA (Prolong. Pachacútec C	1	PATCH CORDO DE FIBRA SOLC	1	(Cliente) Prolong. Pachacútec Cdra.50 S/N ? Tablada de Lurín zona nueva ? Lurín - -	Proyectado

Figura 10.2 Cuadro de empalmes descargado de software Opticore (Parte 2)
 Fuente: Elaboración propia.

2.3.6 IMPLEMENTACION DEL ENLACE MEDIANTE EL TENDIDO DE FIBRA OPTICA HASTA EL IESTP SAN FRANCISCO DE ASIS.

2.3.6.1 REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.

Se requieren los siguientes materiales:

- 964.70m de fibra óptica externa (Manga hasta ingreso al cliente)
- 73.40m de fibra óptica interna (recorrido dentro de oficina del cliente)

- 43.60m de canalizado proyectado por tierra
- 02 postes de 9m a instalar.
- 01 manga o mufa a instalar.
- 54.00 m de tubería PVC proyectada.
- 1.40m de canaleta proyectada.

Luego de determinar los requerimientos para el diseño proyectado se deriva al área de obras civiles, para que estos puedan realizar los planos y expedientes para solicitar permisos a la Municipalidad de Villa Maria del Triunfo, para ejecutar las obras del izado de postes y canalizado proyectado hacia el instituto.

2.3.6.2 Instalación de postes.

Se usan los postes como principal apoyo requerido para realizar el tendido de la fibra óptica de manera aérea, en caso se necesite el izado de postes, se deben de seguir las siguientes criterios :

- El izado de postes se proyectará en medianeras (límite de propiedad), no se permite el izado en medio de las casas o en salida de cocheras.
- Para su ubicación en veredas halladas en campo que sean menor o igual a 1.20 metros: El poste se instalará encima del sardinel hacia adentro. (ver figura 11.1)
- Para veredas halladas en campo que sean mayores a 1.20 metros. El poste se instalará a 0.15 metros antes del fin de vereda (pegado al sardinel). (ver figura 11.2)

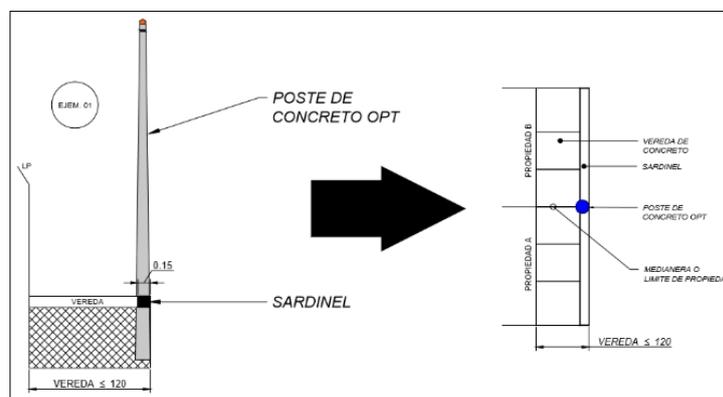


Figura 11.1 Proyección de poste en veredas menores o iguales a 1.20m
Fuente: Elaboración propia.

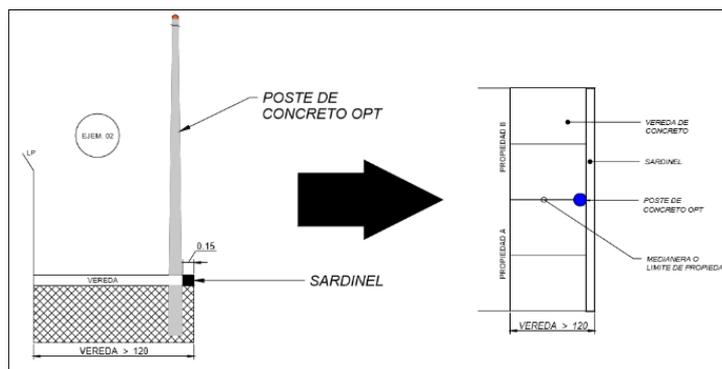


Figura 11.2 Proyección de poste en veredas mayores a 1.20m
Fuente: Elaboración propia.

- TENDIDO AEREO:

El tendido aéreo se define básicamente en pasar la fibra por postes de concreto, ya sea por postes de luz de empresas eléctricas con los que Optical Networks tiene contrato para el uso de esos postes y postes propios de la Empresa. Todo esto respetando normas técnicas básicas para el plantado de postes ya que hay distritos donde no se permiten el izado de postes ver anexo 1, para proyectar el plantado de postes se solicita permisos municipales al distrito que corresponda. En la figura 12 se muestra el plano de proyección de izado de poste de este proyecto.

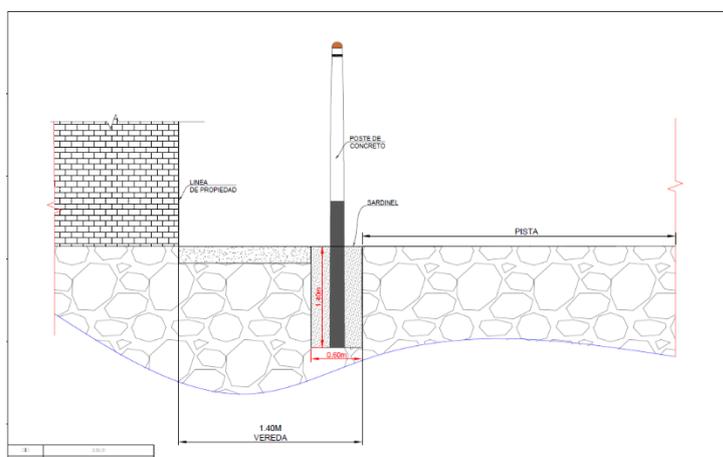


Figura 12. Plano de poste proyectado para el tendido aéreo de este proyecto
Fuente: Fuente Elaboración propia

- CANALIZADO

El canalizado consiste en un trabajo de obras civiles en el cual se rompe el suelo para abrir canales en esa apertura se instalan ductos por el cual la fibra óptica pasará de manera subterránea. En la figura 13.1 se muestra una excavación común en tierra.

El tendido Canalizado o tendido subterráneo, se conoce como al tendido de la fibra por ductos de PVC de manera subterránea, ya que hay distritos en los cuales no se permite el tendido de la Fibra de manera aérea Ver anexo 1 y también por respetar lineamientos del MTC, en el que no se puede realizar tendido aéreo por debajo de las líneas de Alta tensión. Para este tipo de excavaciones se debe tener en cuenta los obstáculos que puedan presentarse en el subsuelo, bien se trate de instalaciones propias de OPTICAL NETWORKS o instalaciones de servicio público tales como agua, alcantarillados, cables eléctricos de alta y baja tensión, gas, galerías de servicios, etc., cualquiera que sea su proximidad y disposición. En la figura 13.2 se muestra el plano que se usó para el canalizado de este trabajo

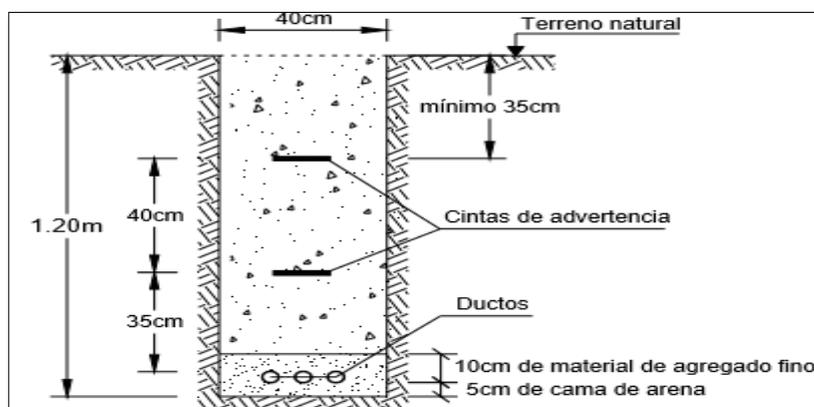


Figura 13.1 Excavación en material común fuera del prisma vial
FUENTE: Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2008) CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DUCTOS Y CÁMARAS PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA (001- 2008-MTC/02)
https://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/directivas/1_1_1511_164.pdf

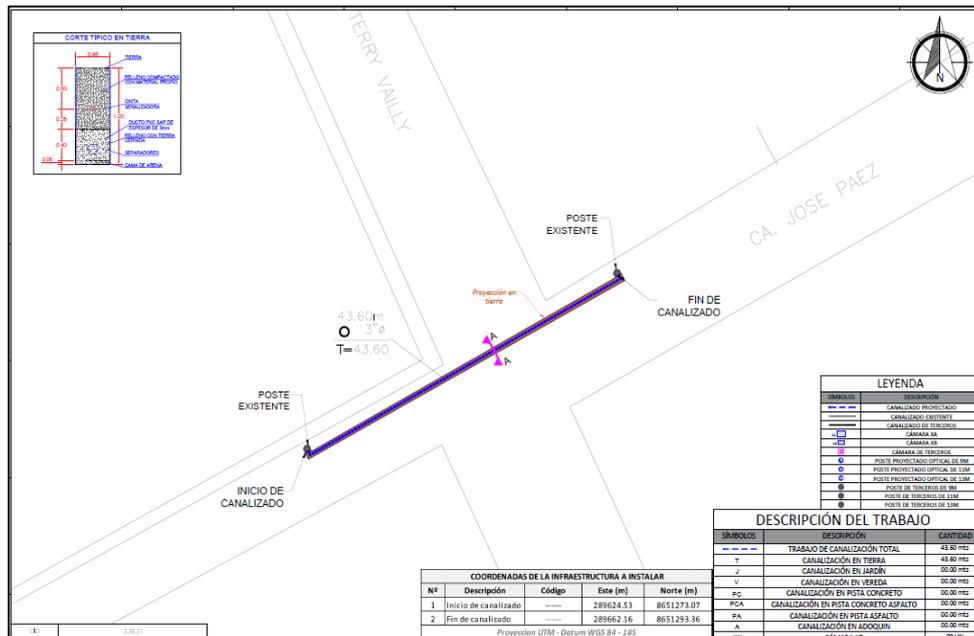


Figura 13.2 Plano de canalización para este proyecto
Fuente: Elaboración propia.

2.3.6.3 EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES.

En esta parte del proyecto explicaremos los trabajos de obras civiles desde donde se proyectó el tendido de la fibra óptica hasta el predio del cliente, para este trabajo se realizan los planos de obras civiles, luego de ello se realizan los expedientes que son llevados juntos a la municipalidad de Villa Maria del Triunfo, para que esta entidad pueda aprobar los trabajos a realizar.

Dentro de los expedientes se detalla lo siguiente:

- Hora y Fecha de inicio y culminación de las obras.
- Cantidad de postes a instalar y la distancia en metros de la canalización proyectada.
- Personal que realizará los trabajos (Nombres y SCTR)

Luego de revisado la Municipalidad otorga los permisos necesarios para el inicio de obra y estos son ejecutados cumpliendo los horarios y fechas pactadas.

Los trabajos inician con la canalización que se proyectó para cruzar por debajo de las líneas de alta tensión (Ver figura 14.1). Luego de ello se instalarán 2 postes

proyectados para el tendido aéreo. Hasta llegar hasta las oficinas del cliente.
A continuación se detallan los trabajos realizados.

-Se inicia el proceso de cercar el área de trabajo para poder canalizar en tierra
(Ver figura 14.2).



Figura 14.1 Proceso de cercar el área a canalizar
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de este proceso se inicia con la excavación para el canalizado ver figura 14.2, para ello se rompe el piso formando una zanja con las especificaciones que se ven en la figura 8. Después de la excavación se comprueba la altura especificada para la zanja ver figura 14.3



Figura 14.2 Proceso de canalización.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 14.3 Verificación de altura de zanja.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de realizar el canalizado se instalará dos sifones (ver figura 14.4) en distintos postes de concreto que forman parte de la ruta de tendido, que servirán para que el tendido de la fibra baje de forma aérea por un poste de concreto, luego pase por el tendido subterráneo cruzando las líneas de alta tensión y por último suba por el sifón hasta un poste de concreto y así continuar su recorrido de forma aérea.



Figura 14.4 Instalación de sifón
Fuente: Elaboración propia.

- Instalados los sifones para el recorrido de la fibra se instala un tubo de 3 pulgadas en el canalizado. (Ver figura 14.5)



Figura 14.5 Instalación de tubo de 3 pulgadas

Fuente: Elaboración propia.

- Luego de realizar el canalizado se vuelve a reponer el material extraído y se deja el área tal y como se encontró antes de iniciar el canalizado. En la figura 14.6 se observa la culminación de la obra de canalizado.



Figura 14.6 Canalización culminada.

Fuente: Elaboración propia.

- Culminado el trabajo de canalización, en parte de la ruta se proyectaron postes a instalar ya que los postes existentes contaban con sifones eléctricos y por seguridad la fibra no puede pasar por sifones eléctricos, para la instalación de estos postes se tomó la recomendación que se ve en la figura 11.1 Para esto se hace un forado en la tierra de 1.40m aproximadamente ver figura 14.7.



*Figura 14.7 Forado de 1.40m de profundidad en tierra
Fuente: Elaboración propia.*

- Luego de ello gracias a una grúa se iza el poste para proceder con el plantado ver figura 14.8. Estos postes se diferencian por que cuentan con la cabeza de color naranja.



*Figura 14.8 Poste instalado.
Fuente: Elaboración propia.*

2.3.6.4 RECORRIDO DE LA FIBRA ÓPTICA.

Culminadas las obras civiles por el área correspondiente, el trabajo se deriva al área de instalaciones para que coordine una fecha con el instituto para el tendido de la fibra óptica.

Este trabajo se realiza desde la manga asignada que se asignó en el inicio del diseño, hasta el cuarto de comunicaciones del instituto. Siguiendo los procedimientos del tendido de la fibra óptica por planta externa que se detallan a continuación y de instalaciones típicas en clientes.

- i. Determinar la longitud requerida de cable, midiendo la distancia entre los centros de empalmes, considerando la flecha (1% de la distancia entre postes) y adicionar 1.5m en los cambios de capacidad de cable (por empalme y prueba).
- ii. En puntos de contacto con ramas de árboles o líneas de alumbrado público, se emplearán protectores de madera o PVC respectivamente, o cambio de calles con puntas metálicas.
- iii. La altura mínima del cable, en la flecha máxima, será de 6.50m en cruce de Avenidas, 5.5m a lo largo de la calle.
- iv. En cada nivel del poste, el primer cable se instala al lado de la fachada del cliente.
- v. Se tendrá cuidado en reservar los dos agujeros superiores (perpendiculares) para la instalación del cable de fibra óptica (en postes propios).
- vi. El tendido del cable se efectúa en el sentido del tránsito vehicular y con la debida coordinación, a fin de poder controlar los diferentes equipos empleados.
- vii. Durante el tendido se observará cuidadosamente que la cubierta del cable esté en perfecto estado; de encontrarse grietas o roturas se paralizará el tendido informando al Supervisor y/o Inspector de Obra para que determine lo conveniente.

viii. Cuando las líneas eléctricas de baja tensión dificulten el tendido, se levantarán los cables empleando percas.

ix. Se deberá tener especial cuidado en la instalación de cables aéreos apoyados en postes propiedad de terceros como empresas eléctricas para lo cual se deberá usar únicamente porta-escaleras para evitar apoyar las escaleras en los postes.

2.3.6.5. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN TÍPICA EN CLIENTES.

Cuando se trata de un ingreso aéreo, se tendrá que mantener una altura y una ubicación adecuada.

Todo el recorrido dentro del cliente debe ser protegido con tubería PVC/ tubo corrugado/ canaleta plástica / tubo Conduit, etc.

Las tuberías de PVC que se usaron en este proyecto, cumplen las características de rigidez y estándar de telecomunicaciones. Cada metro de tubo PVC debe ser fijado por 01 abrazadera de dos orejas, 02 tornillos metálicos, 02 tarugos plásticos.

Algo muy importante es que la tubería que se instale debe guardar una correcta relación con la estética del ambiente.

2.3.6.6 RECORRIDO DE LA FIBRA ÓPTICA.

Para el tendido de la fibra óptica para el instituto se siguieron los siguientes pasos.

1. Se instalará una fibra de 24H hilos flexible para el tendido desde la manga más cercana al IESTP San Francisco de Asís. Ver figura 14.9



Figura 14.9 Inicio del tendido de la fibra óptica.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de recorrer de manera aérea se llega hasta el sifón existente para realizar el tendido de manera canalizada. (Ver figura 14.10)



Figura 14.10 Recorrido de la fibra óptica de manera aérea a manera canalizada
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de realizar el tendido de manera canalizada la fibra subirá por sifón en poste propio para seguir con el tendido de manera aérea. (Ver figura 14.11)



Figura 14.11 Recorrido de la fibra óptica de manera canalizada a manera aérea
Fuente: Elaboración propia.

- Continuando con el tendido aéreo la fibra pasa por poste instalado y llega manga instalada para dar paso, que el tendido siga con fibra de 4H con dirección a oficinas del instituto. (Ver figura 14.12)



Figura 14.12 Tendido de fibra óptica de 24H llega a poste con manga instalada.
Fuente: Elaboración propia.

- Tendido de fibra óptica de 4H continua por poste instalado e infraestructura existente, en dirección a oficinas del instituto (Ver figura 14.13)

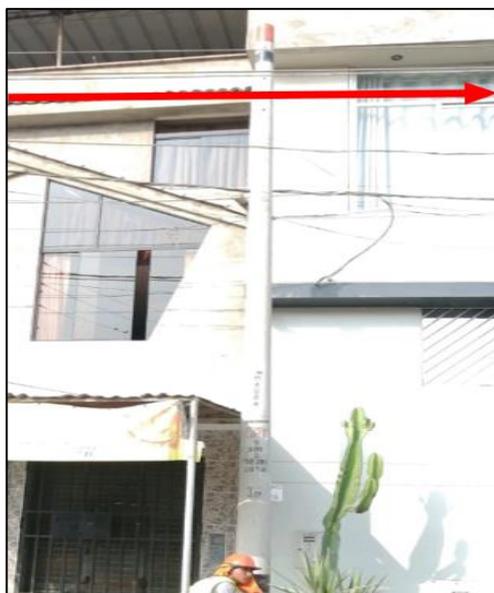


Figura 14.13 Recorrido de la fibra óptica de manera aérea por poste instalado
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de pasar por infraestructura existente, la fibra óptica llega al local donde se encuentra el instituto ingresando de forma aérea. (Ver figura 14.14)



Figura 14.14 Ingreso de la fibra óptica de manera aérea.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de realizar el ingreso la fibra óptica continua su recorrido interno sobre viga metálica con tubería PVC. (Ver figura 14.15)



Figura 14.15 Recorrido interno de la fibra óptica por instalaciones del instituto.
Fuente: Elaboración propia.

- Fibra óptica continua su recorrido interno sobre viga metálica con tubería PVC. (Ver figura 14.16)



Figura 14.16 Recorrido de fibra óptica sobre viga metálica.
Fuente: Elaboración propia.

- En la figura 14.17 la fibra óptica continua su recorrido y baja hacia bracket donde se ubicarán los equipos y con ello terminar el recorrido de la fibra.



Figura 14.17 Recorrido interno de la fibra óptica
Fuente: Elaboración propia.

- En la figura 14.18 se observa el espacio adecuado donde los equipos se instalarán y se realizarán las configuraciones para el servicio contratado.



Figura 14.18 Espacio asignado para los equipos a instalar.
Fuente: Elaboración propia.

La fibra óptica que inicia desde la manga proyectada y va hasta las oficinas del instituto es una fibra de 4 hilos, esta realiza su recorrido hasta llegar a los espacios asignados para los equipos a instalar, donde se instalará una Caja OTS, un Media Converter y el Router para su servicio contratado. Luego de ello en la Caja OTS según nuestro cuadro de empalmes (Ver figura 9.2) se manipulará la fibra para la fusión del hilo 1.

2. Luego de ello se usará el cable Patch Cord, para unir la fibra fusionada de la caja OTS y el Media Converter.
3. Utilizaremos la media Converter, para realizar la conversión de la fibra óptica a una señal eléctrica que será transmitida a través del cable UTP
4. La culminación de nuestra instalación se dará luego de que a la media Converter se le coloque un cable UTP y se conecte al router, para que el jefe de sistemas realice sus configuraciones de su red (Ver figura 14.19)



Figura 14.19 "Equipamiento final"
Fuente: Elaboración propia.

2.3.7. PROTOCOLOS DE PRUEBA

Para trabajar con fibra óptica monomodo, se debe tomar en cuenta las características generales de este tipo de fibra, estos cables deberán de cumplir con la recomendación de UIT G.652, para garantizar esto, se realizarán pruebas descritas a continuación:

- Medición de la de la Perdida de Retorno Óptico.

Se mide la pérdida de retorno óptico para los conectores a los extremos de cada tramo. Mediciones que se efectúan tanto para 1310 nm como para 1550nm y en ambas direcciones de cada fibra, se realizan en estas ventanas para con el fin de identificar el comportamiento óptico de la fibra para diferentes longitudes de onda.

- Medición de la atenuación por empalme.

Se mide la atenuación de cada empalme de fibra en cada tramo, con el finde verificar que ninguno de estos empalmes presente una atenuación inusual. Como en la medición de perdida de retorno óptico, las mediciones se

efectúan en 1310nm como para 1550 nm y en ambas direcciones de cada hilo de la fibra.

- INSPECCION VISUAL

Una trazadora visual de continuidad puede trazar la trayectoria de una fibra desde un extremo a otro a través de varias conexiones, y así verificar la continuidad, conexiones correctas y la polaridad del conector dúplex.

- Potencia óptica.

Cada medición en la fibra óptica se refiere a la potencia óptica, cuando se habla de potencia óptica “absolutas”, se refiere a las mediciones de salida o la entrada a un receptor, ese decir, se mide el valor real de la potencia.

La pérdida es una medición de potencia “relativa” la diferencia entre la potencia acoplada a un componente como un cable, empalme o un conector y la potencia que se transmite a través de ella. Esta diferencia en el nivel de potencia antes y después del componente es lo que llamamos pérdida óptica y define el rendimiento de un cable, conector, empalme u otro componente.

Siempre que las pruebas se realizan en redes de fibra óptica, los resultados se muestran en la pantalla de lectura del instrumento.

- Pérdida por inserción o pérdida óptica.

Para la fibra, consiste en la pérdida por unidad de longitud o coeficiente de atenuación. Para los conectores, consiste en la pérdida de conexión cuando se une a otro conector. Para los cables, consiste en la pérdida total de los componentes del cable, entre los que se encuentran los conectores, las fibras, los empalmes y cualquier otro componente en el tendido de cable que se esté probando. La prueba de la pérdida se realiza a longitudes de onda adecuadas para la fibra y su uso. La fibra monomodo se prueba a 1310 nm, y opcionalmente, a 1550 nm con fuentes láser.

- LIMPIEZA DE LA FIBRA.

Para que las pruebas reflecto métricas, sean las mejores para las fusiones se deben de tener buenas condiciones libres de suciedad, los conectores no deben estar contaminados y evitar las partículas de polvo en los extremos de la fibra ya que todas estas condiciones causan pérdida de la señal en el enlace. Para ello se deberá en medida de lo posible tener las manos y área de trabajo completamente limpio a fin de no contaminar o ensuciar el cable.

Una vez que la fibra está a la vista esta se encontrara inmersa en una grasa protectora de humedad, la cual se debe limpiar con un paño libre de pelusas con un solvente especial como el alcohol isopropílico.

- Prueba con OTDR.

Una vez ejecutado el tendido de la fibra por planta externa e y planta externa, se culmina con los empalmes de la fibra óptica en los nodos y en todas las mangas asignadas se procederá a realizar las pruebas de retrodispersión a fin de asegurar la calidad de estos, estas pruebas se realizan con el OTDR.

Esto quiere decir que luego que el técnico encargado de realizar las fusiones ópticas de los hilos asignados en el cuadro de empalmes, estas fusiones deben realizarse en todas las mufas asignadas (08), desde el nodo proveedor (NODO VILLA EL SALVADOR) hasta las oficinas del instituto.

Estas pruebas se realizan con un personal en el nodo proveedor y otro en el gabinete del cliente.

Para realizar esta medición se usa el OTDR debidamente calibrado (tipo de diámetro del hilo, tipo de estructura del cable). Una vez calibrado el OTDR se inician con las pruebas inyectando un haz de luz, que recorrerá por toda la línea de transmisión, se debe de tener en cuenta que estamos trabajando con una fibra monomodo, por ende, se realizaran las mediciones en la segunda ventana 1350nm y tercera ventana de 1550 nm seleccionando otros parámetros como el ancho de banda de pulso, distancia nodo – instituto, índice de refracción y las pérdidas para luego interpretar la gráfica de los resultados obtenidos

2.3.8 MEDICIONES DE LA OTDR

- MEDICION DE OTDR EN LA VENTANA DE 1310nm DESDE EL ISP SAN FRANCISCO DE ASIS HACIA EL NODO VILLA EL SALVADOR. (Ver figura 14.20)

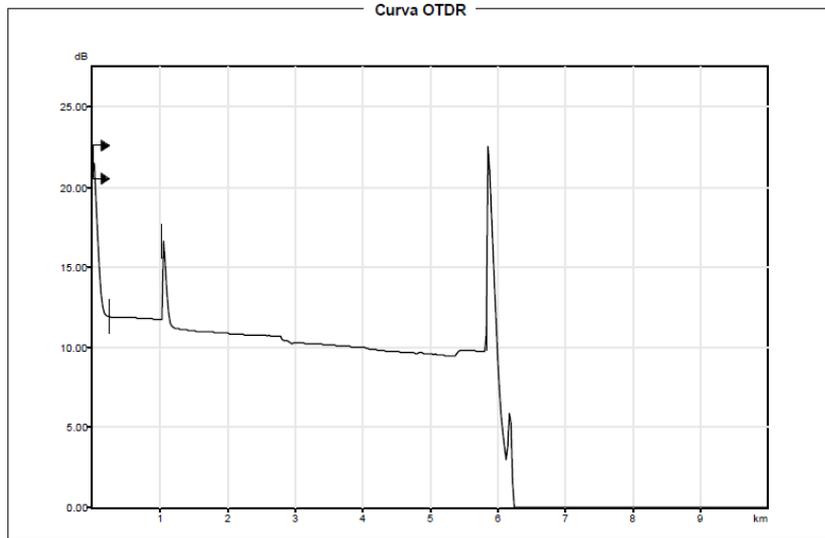


Figura 14.20 CURVA OTDR.

Fuente: EL EQUIPO OTDR PROPORCIONÓ ESTA INFORMACIÓN

Informe OTDR 1310 nm

Información del trabajo				
Trabajo	:		Razón del trabajo	: CERTIFICACION DE F.O
Contratista	:	ONI	Operador A	:
Cliente	:		Operador B	:
Fecha de la prueba	:	21/2/2020 (04:27:34 GMT-5:00)	Archivo	:33631 drelm_1310.sor

Mediciones del enlace				
Pérdida del segmento...	:	1.775 dB	Pérdida por empalme ...	: 0.049 dB
Longitud de intervalo	:	4.469 km	Max. pérdida del emp...	: 0.217 dB
Pérdida promedio	:	0.397 dB/km	ORL del segmento	: <22.03 dB

Figura 14.21 "DETALLES DE LA MEDICIÓN"

Fuente: EL EQUIPO OTDR PROPORCIONÓ ESTA INFORMACIÓN

Configuración de prueba y cable				
Longitud de onda	:	1310 nm (SM-9µm)	Tiempo adq.	: 3 s
Nombre de archivo	:	33631 drelm_1310.sor	Duración de pulso	: 100 ns
Hardware	:		Factor helic.	: 0.00 %
Número de serie	:		Umbral de pérdida del...	: 0.000 dB
Software	:	S/O	Umbral de reflectancia	: -0.0 dB
Rango	:	0.0000 km	Umbral de final de fibra	: 0.000 dB
IOR	:	1.468500		
RBS	:	-0.00		

Figura 14.22 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA Y CABLE – 1310 nm

Fuente: EL EQUIPO OTDR PROPORCIONÓ ESTA INFORMACIÓN

- Medición OTDR 1550nm desde IESTP San Francisco de Asís hacia Nodo villa el salvador (Ver figura 14.23)

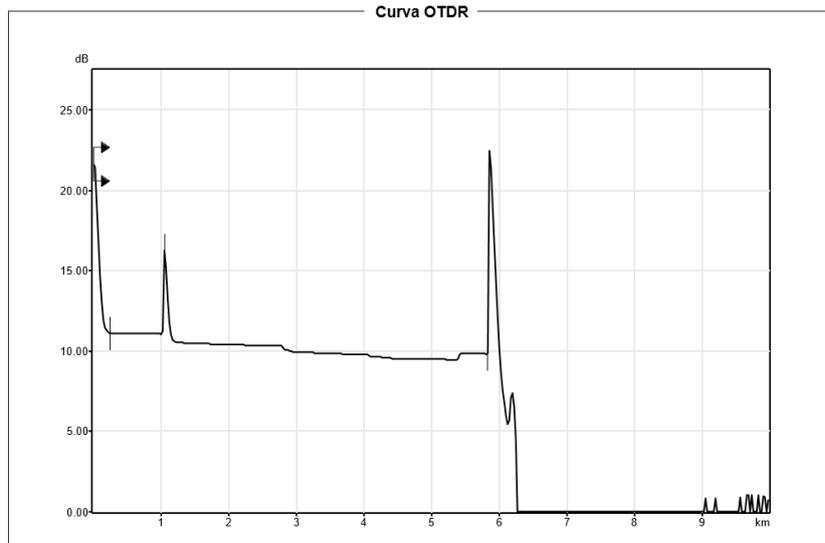


Figura 14.23 CURVA OTDR.
Fuente: EL EQUIPO OTDR PROPORCIONÓ ESTA INFORMACIÓN

Informe OTDR 1550 nm

Información del trabajo			
Trabajo	:	Razón del trabajo	: CERTIFICACION DE F.O
Contratista	: ONI	Operador A	:
Cliente	:	Operador B	:
Fecha de la prueba	: 21/2/2020 (04:27:34 GMT-5:00)	Archivo	: 33631 drelm .sor

Mediciones del enlace			
Pérdida del segmento	: 1.159 dB	Pérdida por empalme	: 0.049 dB
Longitud de intervalo	: 4.501 dB	Max. pérdida del empalme	: 0.217 dB
Pérdida promedio	: 0.2574 dB	ORL del segmento	: <22.03 dB

Figura 14.24 "DETALLES DE LA MEDICIÓN"
Fuente: EL EQUIPO OTDR PROPORCIONÓ ESTA INFORMACIÓN

Configuración de prueba y cable			
Longitud de onda	: 1550 nm (SM-9µm)	Tiempo adquis.	: 3 s
Nombre de archivo	: 33631 drelm .sor	Duración de pulso	: 100 ns
Hardware	:	Factor helic.	: 0.00 %
Número de serie	:	Umbral de pérdida del...	: 0.000 dB
Software	: S/O	Umbral de reflectancia	: -0.0 dB
Rango	: 0.0000 km	Umbral de final de fibra	: 0.000 dB
IOR	: 1.467800		
RBS	: -0.00		

Figura 14.25 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA Y CABLE – 1550 nm
Fuente: EL EQUIPO OTDR PROPORCIONÓ ESTA INFORMACIÓN

2.3.9 PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

COSTOS FIJOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Equipamento	Unidad	1	\$126.00	\$126.00
Materiales Planta interna	Unidad	1	\$102.86	\$102.86
Permisos municipales	Unidad	1	\$100.00	\$100.00
			TOTAL	\$328.86

Tabla 3.1: PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN COSTOS FIJOS

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

COSTOS VARIABLES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tendido Parcial (Manga - Manga proyectada)	Metros	576	\$0.708	\$407.808
Tendido Final (Manga proyectada- Instituto)	Metros	453	\$0.167	\$75.65
Inst. Cable/Acometida de FO en Postes/Canalizo	Metros	965	\$0.374	\$421.25
Inst. Cable/Acometida de FO en Fachada o Inte	Metros	64	\$0.636	\$40.619
Manga nueva	Unidad	1	\$134.71	\$134.71
Canalización en tierra	Metros	43.6	\$18.510	\$795.93
Instalación de poste	Unidad	2	\$99.071	\$198.142
			TOTAL	\$2074.1
COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN	\$ 2402.96			

Tabla 3.2: PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN COSTOS VARIABLES Y COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

- MATERIALES DE PLANTA INTERNA

MATERIAL DE PLANTA INTERNA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Caja OTS	Unidad	1	\$3.71	\$3.71
Protector de empalme	Unidad	9	\$0.24	\$2.1
Bandeja metalica negra de 1 RU 45 Largo x 32 p	Unidad	1	\$6.609	\$6.609
Patch Cord 3m duplex LC/SC	Unidad	1	\$4.089	\$4.089
TUBO PVC SAP 1"	Metros	42	\$1.17	\$49.19
POWER BAR DE 8 TOMAS CON FUSIBLE	Unidad	1	\$13.22	\$13.22
Tarugos verde	Metros	64	\$0.03	\$1.92
Abrazaderas de 2 orejas con tornillos	Unidad	32	\$0.2	\$6.4
Tornillos autoroscantes	Unidad	64	\$0.03	\$1.92
INSTALACION DE CANALETA EN COLUMNA	Metros	2	\$1.69	\$3.38
Caja de Paso	Unidad	2	\$2.67	\$5.34
Pig Tail SM-LC 1.5m	Unidad	1	\$5.00	\$5.00
			TOTAL	102.86

Tabla 3.3: MATERIAL PLANTA INTERNA

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

- EQUIPAMIENTO

EQUIPAMIENTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Media Converter B 1H 10/100/1000	Unidad	1	\$31.00	\$31.00
TRANSEIVER OPTICO A 1H 1000B	Unidad	1	\$17.00	\$17.00
ROUTER CISCO 2811	Unidad	1	\$78.00	\$78.00
			TOTAL	\$126.00

Tabla 3.4: EQUIPAMIENTO

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

2.3.10 REQUERIMIENTOS DEL PERSONAL

- El personal que realizará tanto de planta interna como externa para el diseño, contar con las herramientas y materiales en buenas condiciones, contar con sus EPP's (Ver figura de acuerdo con el tipo de trabajo que se realizará).
- Debe presentar su SCTR vigente.
- Se debe de contar con un plano e informe de ingreso a la sede el cual debe indicar los detalles de los trabajos a realizar, así como las cantidades y lugares donde se instalarán ducterías de PVC, canaletas, ductos Conduit, cajas de paso, tubos flexibles, etc. Debe indicar el lugar donde se instalarán los equipos del cliente.



Figura 14.26 PERSONAL CON SUS EPPS
Fuente: Documentación interna

2.4 RESULTADOS.

- Se amplió la infraestructura de planta externa de la empresa, gracias a la implementación de este nuevo enlace en el cual se proyectaron 2 postes y 43.6 metros de canalizado.
- Los costos de implementación de la empresa disminuirán gracias a la proyección e instalación de una manga que se pueda usar como última milla para nuevos clientes que se encuentren por la zona.
- El impacto de este proyecto mejorará considerablemente el acceso a internet del IESTP SAN FRANCISCO DE ASIS del distrito de Villa Maria del Triunfo
- Gracias a la realización del proyecto de la DIRECCION REGIONAL DE LIMA METROPOLITANA, los gastos de CAPEX (Gastos de Capital), disminuirán para futuros potenciales clientes que deseen los servicios de la empresa.
- Se implementó un nuevo enlace a través de fibra óptica, dando acceso a internet dedicado al IESTP SAN FRANCISCO DE ASIS del distrito de Villa Maria del Triunfo.
- El costo de implementación total cumplió con los requisitos para que la sede del proyecto de la DIRECCION REGIONAL DE LIMA METROPOLITANA, no tenga que pasar por aprobación de costos.

CONCLUSIONES.

- Con la implementación del nuevo enlace de fibra óptica para brindar internet dedicado al IESTP SAN FRANCISCO DE ASIS, mejora el acceso a internet del instituto, mejora la capacidad de transmisión y recepción de datos en la red.
- El diseño y ruta de la implementación, es la más viable para el nuevo enlace, se tuvo que analizar los datos entregados por el inspector técnico de campo, ya que esta ruta es la menos costosa para la empresa.
- Gracias a la visita técnica del inspector de campo y el análisis de los datos obtenidos, se concluye que se realizaron la instalación de 2 postes para el tendido aéreo y 43.6 metros de canalizado para pasar por debajo de los cables de alta tensión.
- La empresa no puede ejecutar obras civiles en lugares de la vía pública sin autorización de la municipalidad correspondiente, por ello se contó con los permisos de la Municipalidad de Villa María del Triunfo, todas estas obras civiles fueron ejecutadas con la protección debida del personal y planes de desvío.
- La instalación de una caja OTS en el cliente es importante ya que con ella se puede brindar más servicios como sería un L2L.
- La instalación de equipos en el cliente como el Media Converter, Caja OTS y Router permiten la mejora del ancho de banda y el tráfico de red.

RECOMENDACIONES

- El internet dedicado mediante la fibra óptica a los centros educativos nacionales debe ser de interés nacional, ya que con este tipo de servicio mejoraría la calidad de educación que los planteles puedan impartir a los estudiantes.
- Actualizar la información del nuevo tendido en los planos de la planta para, para que sea utilizada para futuros clientes en la zona del IESTP San Francisco de Asís y el distrito de Villa María del Triunfo.
- Al momento de la visita técnica para la inspección visual del recorrido, enviar al personal con los instrumentos esenciales (wincha, rola, cámara fotográfica o celular smartphone) para que brinde datos correctos de las mediciones realizadas del nuevo enlace de fibra óptica desde la manga más cercana hasta las oficinas del IESTP San Francisco de Asís.
- Aprovechar al máximo la capacidad del internet brindado para la mejora estudiantil y de colaboradores del IESTP San Francisco de Asís.
- Hacer el seguimiento de los permisos Municipales solicitados a la Municipalidad de Villa Maria del Triunfo, para que se pueda iniciar con las obras civiles.
- Instalar el Media converter con mayor capacidad de la que se está contratando para que no se tengan problemas si en futuro la DIRECCION REGIONAL DE LIMA METROPOLITANA desee incrementar el contrato de ancho de banda de esta sede.

BIBLIOGRAFIA

- Braulio René Alcívar Marcillo, (2017). Estudio de tecnologías de media streaming y su desempeño en redes TCP/IP en la ciudad de Jipijapa. Universidad Estatal del Sur de Manabi. Jipijapa, Manabi, Ecuador.
- España Boquero, María Carmen. (2003), Comunicaciones Ópticas
- Oña Pachacama, C. G. (2012). Diseño de un Nodo de Acceso de voz, datos y video para la red de Nueva Generación de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública CNTEP en la ciudad del Coca (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2012).
- Lorenti Gomezcoello, R. D. (2014). Estudio y diseño de una red FTTB GPON de fibra óptica para servicio de voz, video y datos para el edificio de la Facultad de Especialidades Empresariales de la UCSG.
- Aguirre Müller, B. J. (2018). Diseño e Implementación de un Nuevo Enlace A Través del Tendido de Fibra Óptica para Mejorar el Ancho de Banda y El Trafico de Red de La Empresa TEOMA CORP SAC Ubicado en la Av. Los Eucaliptos N° 317 en el Distrito de Lurín Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2008) CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DUCTOS Y CÁMARAS PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA (001-2008-MTC/02)
https://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/directivas/1_1_1511_164.pdf
- Criollo Caizaguano, L. S. (2015). Diseño de una red convergente de fibra óptica para interconectar los Campus de la Universidad de la Américas (Master's thesis, Quito/PUCE/2015).

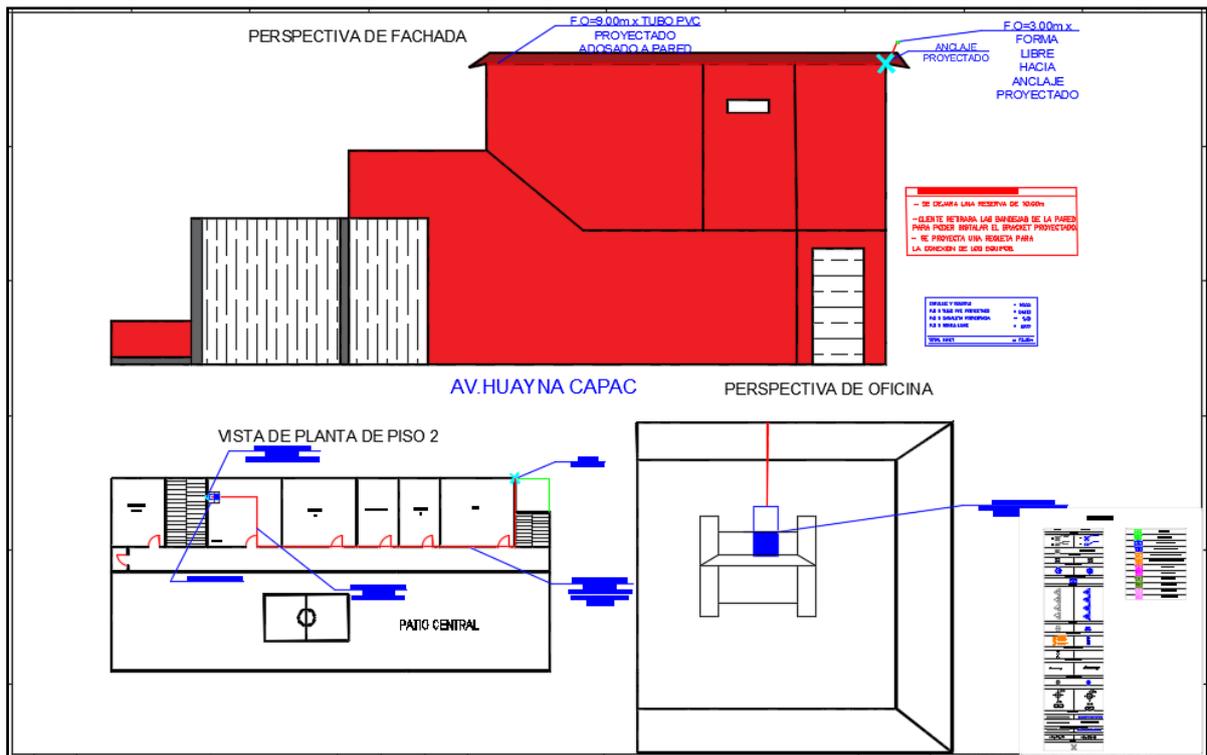
ANEXOS

En ciertos distritos de Lima metropolitana tienen ciertas restricciones en cuanto obras para telecomunicaciones se refieren. Se tienen distritos donde no se puede proyectar el izado de postes, también distritos donde no se puede tender la fibra óptica de manera aérea (por postes de luz o del operador). En el anexo 1 se muestran los distritos de Lima Metropolitana y sus restricciones en cuanto las obras civiles y tendido de fibra óptica.

DISTRITO	CONSTRUCCIÓN CANALIZACIÓN	INSTALACIÓN POSTES	
		VÍAS METROPOLITANAS	VÍAS LOCALES
VENTANILLA	SI	SI	SI
SALAMANCA	SI	SI	SI
CALLAO	SI	SI	SI
LA PUNTA	SI	SI	SI
CARMEN DE LA LEGUA REINOSO	SI	SI	SI
BELLAVISTA	SI	SI	SI
LA PERLA	SI	SI	SI
ANCON	SI	SI	SI
ATE	SI	SI	SI
BARRANCO	SI	NO	NO
BREÑA	SI	SI	SI
CARABAYLLO	SI	SI	SI
CHACLACAYO	SI	SI	SI
CHORRILLOS	SI	SI	SI
CIENEGUILLA	SI	SI	SI
COMAS	SI	SI	SI
EL AGUSTINO	SI	NO	NO
INDEPENDENCIA	SI	SI	SI
JESUS MARIA	SI	NO	NO
LA MOLINA	SI	SI	SI
LA VICTORIA	SI	SI	SI
LIMA	SI	NO	NO
LINCE	SI	NO	NO
LOS OLIVOS	SI	SI	SI
LURIGANCHO - CHOSICA	SI	SI	SI
LURIN	SI	SI	SI
MAGDALENA DEL MAR	SI	NO	NO
MIRAFLORES	SI	NO	NO
PACHACAMAC	SI	SI	SI
PUCUSANA	SI	SI	SI
PUEBLO LIBRE	SI	NO	NO
PUENTE PIEDRA	SI	SI	SI
PUNTA HERMOSA	SI	SI	SI
PUNTA NEGRA	SI	SI	SI
RIMAC	SI	NO	NO
SAN BARTOLO	SI	SI	SI
SAN BORJA	SI	NO	NO
SAN ISIDRO	SI	NO	NO
SAN JUAN DE LURIGANCHO	SI	SI	SI
SAN JUAN DE MIRAFLORES	SI	SI	SI
SAN LUIS	SI	SI	SI
SAN MARTIN DE PORRES	SI	SI	SI
SAN MIGUEL	SI	NO	NO
SANTA ANITA	SI	SI	SI
SANTA MARIA DEL MAR	SI	SI	SI
SANTA ROSA	SI	SI	SI
SANTIAGO DE SURCO	SI	SI	SI
SURQUILLO	SI	SI	SI
VILLA EL SALVADOR	SI	SI	SI
VILLA MARIA DEL TRIUNFO	SI	SI	SI

Anexo N° 1: "Distritos que permiten construcción de infraestructura para las Telecomunicaciones"

Fuente: Elaboración propia.



Anexo N° 2: "Tendido interno"
Fuente: Elaboración propia.

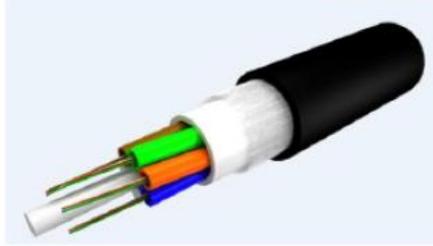
		Coeficiente de atenuación del cable (dB/km)		Ancho de banda modal mínimo (MHz·km)		
				En desbordamiento		Láser
Longitud de onda (nm)		850	1.300	850	1.300	850
Tipo de fibra óptica	Diámetro del núcleo (µm)					
OM1	50 ó 62,5	3,5	1,5	200	500	No especificado
OM2	50 ó 62,5	3,5	1,5	500	500	No especificado
OM3	50	3,5	1,5	1.500	500	2.000
OM4 (propuesto)	50	3,5	1,5			Por determinar 3.500 - 4.700

Anexo N° 3: "Tipos de Fibra Óptica Multimodo"

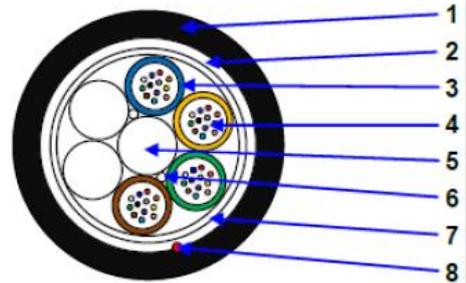
Fuente: <https://www.fibraopticahoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-2%C2%AA-parte/>

ATRIBUTOS DE LA FIBRA G.652.D		
ATRIBUTO	DATO	VALOR
Diámetro del campo modal	Longitud de onda	1310nm
	Gama de valores nominales	8,6 – 9,5 μm
	Tolerancia	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Diámetro del manto	Nominal	125,0 μm
	Tolerancia	$\pm 1 \mu\text{m}$
Error de concentricidad del núcleo	Máximo	0,6 μm
No circularidad del revestimiento	Máximo	1,0%
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1260 nm
Pérdida de macro flexión	Radio	30 mm
	Numero de vueltas	100
	Máximo a 1625 μm	0,1 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPz
Coeficiente de dispersión cromática	$\lambda_{0\text{min}}$	1300 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1324 nm
	$S_{0\text{max}}$	0,092ps/nm ² .Km

Anexo N° 4: "Características de las fibras monomodo según recomendación IUT-T G.652.D."
Fuente: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89728.pdf>



Picture is only for reference



Technical Characteristics

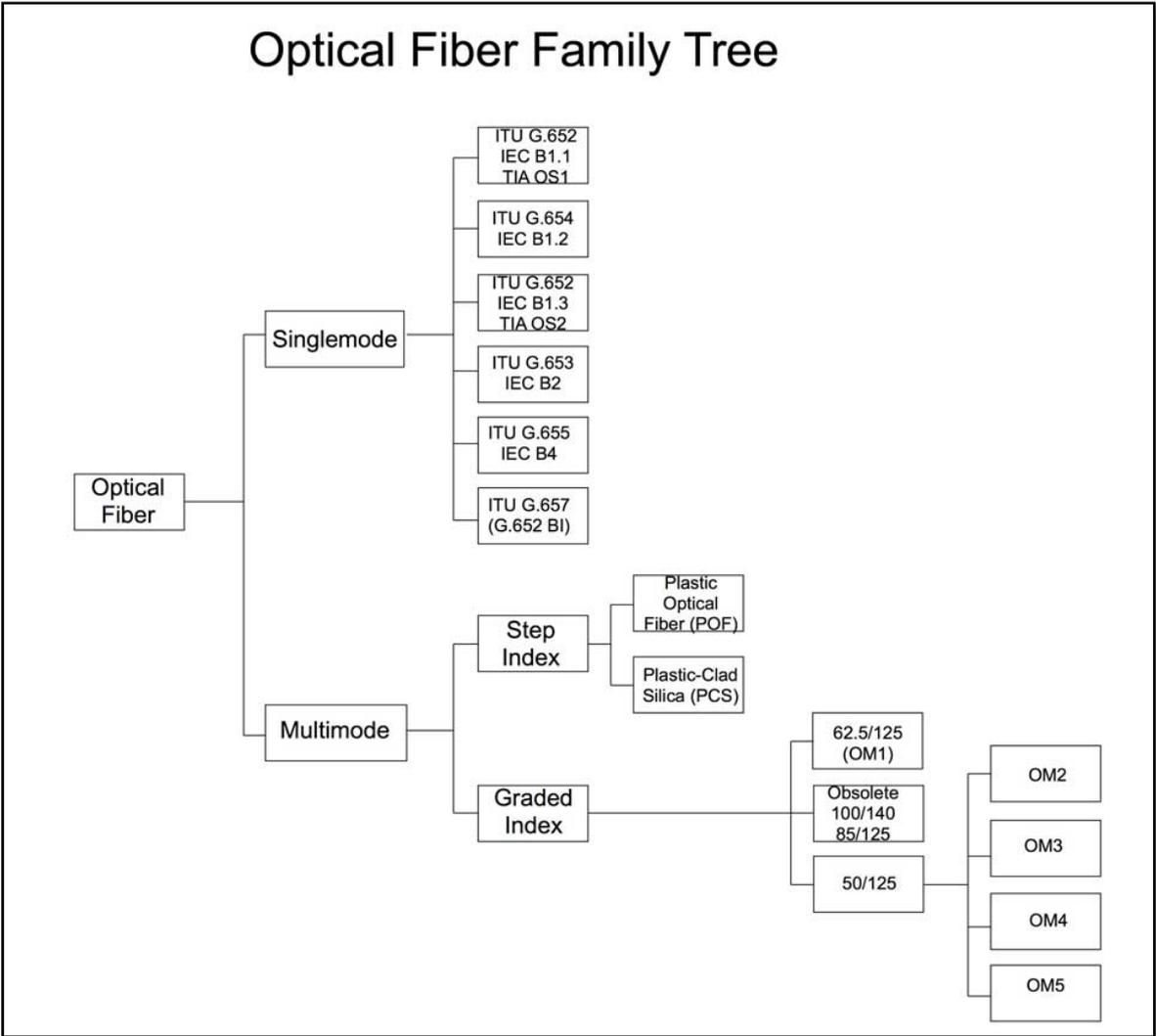
- The unique extruding technology provides the fibers in the tube with good flexibility and bending endurance
- The unique fiber excess length control method provides the cable with excellent mechanical and environmental properties
- Multiple water blocking material filling provides dual water blocking function
- Provide good tension performance

Construction:

1. Outer sheath (MDPE)
2. Glass yarns
3. Loose tube
4. Fiber and jelly
5. Central strength member (FRP)
6. Water blocking yarns
7. Water blocking tape
8. Rip cord

Anexo N° 5: "Características de los cables"

Fuente: https://es.123rf.com/photo_36529915_cable-de-fibra-%C3%B3ptica-camino-de-recortes-incluido-.html



Anexo N° 6: "The Optical Fiber Family Tree"

Fuente: <https://www.thefoa.org/tech/ref/basic/fiber.html>

Dimension and Properties												
Physical	Fiber count	48 G.652D										
	No of loose tube / filler	4/2										
	Fiber No. per tube	12										
	Cable OD	12.7mm± 5%										
	Cable weight	160kg/km±15%										
	Operation temperature range	-40 deg C to + 70 deg C										
	Installation temperature range	-10 deg C to + 60 deg C										
	Transport and storage temperature range	-40 deg C to + 70 deg C										
Mechanical	Max. tensile load	3KN										
	Crush resistance	1500 N/10cm										
	Minimal installation bending radius	20 x OD										
	Minimal operation bending radius	10 x OD										
Color code scheme:												
Fiber color	blue	orange	green	brown	gray	white	red	black	yellow	violet	pink	aqua
Tube color	blue	orange	green	brown	/	/	/	/	/	/	/	/

Anexo N° 7: "Características de los cables"

Fuente: https://es.123rf.com/photo_36529915_cable-de-fibra-%C3%B3ptica-camino-de-recortes-incluido-.html

Descripción

Las cajas de empalmes Universal de Mondragon, de reducido tamaño y fácil instalación, se utilizan para el empalme de cables de fibra óptica por medio de soldadura y para la terminación con pig-tail, ya sea en instalaciones de telecomunicaciones, instalaciones de CATV, sistemas informáticos, instalaciones de control industrial o instalaciones de vídeo seguridad (vigilancia o control tráfico).

La caja de empalmes de Mondragon se puede instalar en la intemperie, directamente enterrada o en la pared sin necesidad de accesorios complementarios. Permite la entrada/salida de hasta 3 / 4 cables de fibra óptica exterior de diámetro máximo 14 mm o la salida de pig-tail. Está preparada con 4 / 8 bandejas de empalmes ebotibles para la realización de hasta 64 / 128 soldaduras de fibra óptica.



Características

- ENTRADAS: TRES ENTRADAS/SALIDAS: Diámetro máximo 14.3 mm
CUATRO ENTRADAS/SALIDAS: Diámetro máximo 14.3 mm
- CAPACIDAD MÁXIMA: HASTA 64 EMPALMES (4 BANDEJAS 16 EMPALMES)
HASTA 128 EMPALMES (8 BANDEJAS 16 EMPALMES)
- TIPO EMPALMES: SOLDADURA FUSIÓN
EMPALMES MECÁNICO
- DIMENSIONES (mm):
ANCHO:: 240 / 240 mm
ALTURA:: 546 / 646 mm
PROFUNDIDAD:: 92 / 165 mm
- NIVEL ESTANQUEIDAD: IP 65
- PESO: 3.5 / 5.5 Kg.
- MATERIAL: PLASTICO

Anexo N°8: "Manga o mufa mondragon"

Fuente: http://www.fiberopt.es/esp_prod_torp_mon64.htm



Caja de empalme vertical 4000-D starfighter para 288 EMPALMES, 6 puertos de CABLE, capacidad para 8 bandejas 4048-SSTP o 4072-SSTP. incluye 1 bandeja

Marca - Multilink

Código
10-8146

Información Técnica
[Descargar](#)

Descripción

El starfighter 4000-D domo cierre de empalme está diseñado para encima o por debajo aplicaciones de grado y soporta hasta 6 o más entradas de CABLES. el cierre tiene un sistema de placa única con juntas de puntas abiertas que permite acceder a mediados de cable de hasta 1.125" DE DIÁMETRO. sucursal o cables laterales se pueden añadir a cualquiera de los puertos de entrada sellado de cuatro de COMPRESIÓN. múltiples cables (HASTA 3) también se pueden instalar utilizando arandelas de varios puertos disponibles para el CIERRE. el cierre no requiere herramientas ESPECIALES, adhesivos o masillas para la INSTALACIÓN. bandejas integradas de almacenamiento holgura y con bisagras permiten un máximo de almacenamiento y acceso de los haces de fibras y TEXTILES. capacidad de empalme de 192 empalmes por fusión individuales utilizando la bandeja de 4048-SSTP o 288 empalmes por fusión individuales utilizando la bandeja de 4072-SSTP.

Anexo N° 9: "Manga o mufa Domo"

Fuente: <http://www.telmark.pe/products.php?list=brand&brandid=18&brand=Multilink>



The MFB family consists of Small Form Factor Pluggable (SFP) transceiver modules that are specifically designed for high performance integrated duplex data link over single mode optical fiber. These transceiver modules are compliant with the SFP Multisource Agreement (MSA) and hot pluggable. These modules offer an easy way to be installed in SFP MSA compliant ports at any time without the interruption of the host equipment operation.

The MFB SFP transceivers using a long wavelength (1310nm) FP LD enable data transmission up to 2km on a multimode optical fiber and up to 120km on a single mode optical fiber.

To meet the increasing demand of Industrial Ethernet fiber solution, Planet has released the MFB-T 100BASE-FX transceiver series that can operate reliably in electrically harsh, climatically demanding, and wide temperature range (-40°C to 75°C) environment. The MFB-T 100BASE-FX transceiver series provides easy and fast 100BASE-FX connection for Planet wide temperature industrial equipment.

- SFP Multi-Source Agreement compliant
- 125Mbps IEEE 802.3u 100BASE-FX compliant
- 125Mbps FDDI ISO / IEC 9314-1 compliant
- Serial ID functionality support
- AC-coupled differential inputs and outputs
- Class 1 laser safety standard IEC 825 compliant
- 2km link on a multimode fiber and 20km to 120km on a single mode fiber
- Low power dissipation
- 0 to 60 degrees C operating temperature for MFB-FX / MFB-F20 / MFB-F40 / MFB-F60 / MFB-F120 / MFB-FA20 / MFB-FB20
- -40 to 75 degrees C operating temperature for MFB-TFX / MFB-TF20 / MFB-TFA20 & MFB-TFB20 / MFB-TFA40 & MFB-TFB40

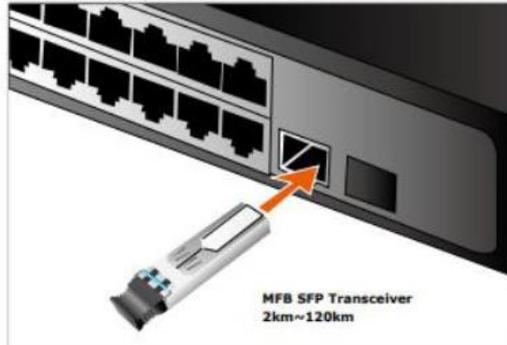
Anexo N° 10: "Transceiver"

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>

Applications

The MFB family SFP Fast Ethernet transceivers can be installed in PLANET Switch and Media Converter products with 100BASE-FX SFP interface. The deployment distance can be extended from 2km (Multi-Mode, LC) up to 120 kilometers (Single-Mode, LC).

The MFB family SFP Fast Ethernet transceivers are hot-pluggable and hot-swappable. You can plug in and pull out the transceivers to / from any SFP port without having to power off the Switch / Media Converter.



Anexo N° 11: "Aplicación del transceiver"

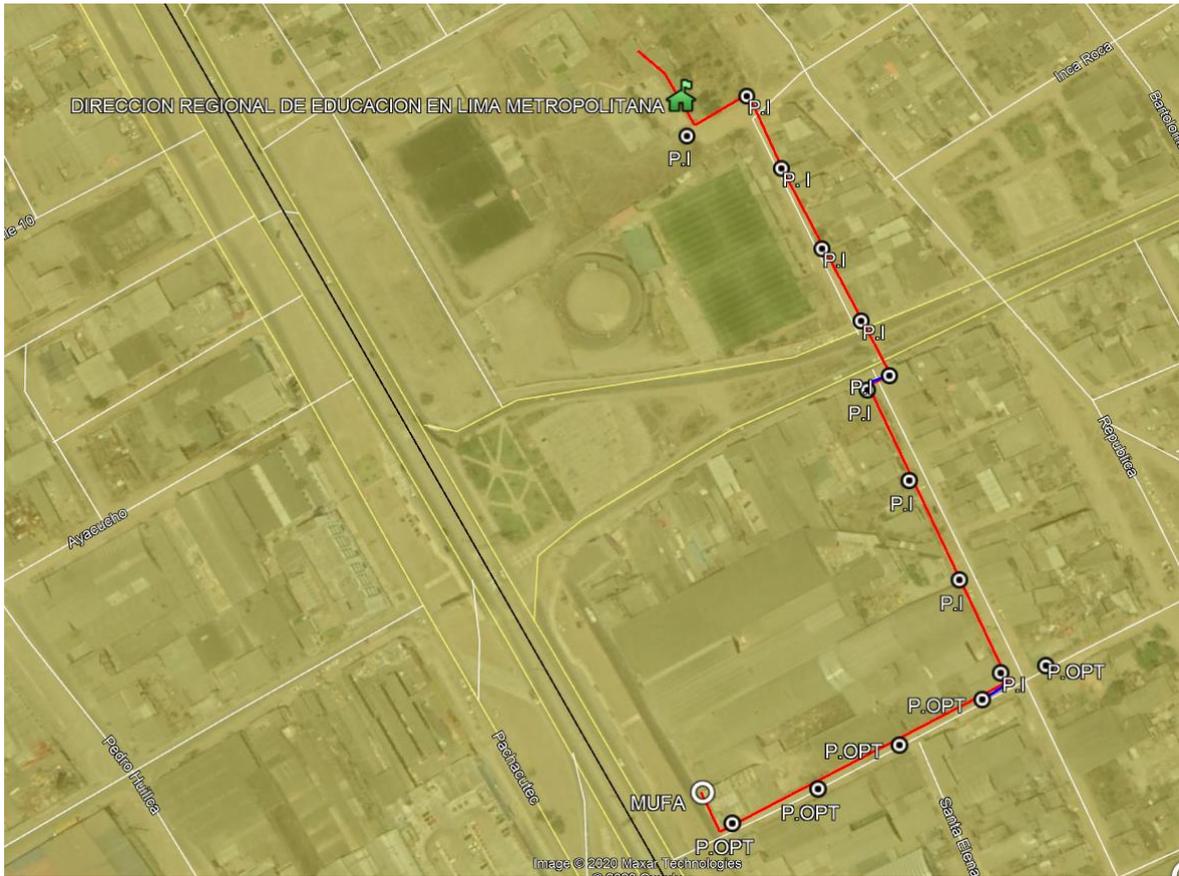
Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>

The MFB-T 100BASE-FX transceiver series is an ideal solution for -40°C to 75°C wide temperature industrial equipment with 100BASE-FX SFP interfaces. The deployment distance can be extended from 2km (Multi-Mode, LC) up to 40km (Single-Mode, LC).



Anexo N° 12: "Temperatura máximas y mínimas para su buen funcionamiento"

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>



Anexo N° 13: "Ruta de prefactibilidad"
Fuente: Fuente propia

23AV. PROLONGACION PACHACUTEC CDRA 50 TABLADA DE LURIN ZONA NUEVA, LURIN, LIMA, LIMA (Local: -) (ver mapa)			
INTERNET DEDICADO		10 Mbps	✓ Fibra Optica
Programación de Instalacion	Nodo de Inicio	Tipo de Instalacion	Costo Inst.(\$)
35 Dias	Nodo VESalvador - Produce	800 METROS DE F.O + 10 POSTES DE CONCRETO + 39 METROS DE CANALIZADO // INGRESO AÉREO SI CLIENTE LO PERMITE, CASO CONTRARIO COSTOS SE ELEVAN	5700.00

Anexo N° 14: "Costo de prefactibilidad"
Fuente: Fuente propia