

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA ÓPTICA PARA LA UNIVERSIDAD
NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CASTRO JUAREZ, CESAR ALFREDO

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios
por ser la inspiración en cada uno
de mis pasos dados en mi diario convivir.

A mis hermanos Gerber y Cristian Castro
por su constante apoyo moral.

A mi papá Cesar Castro
por sus largas conversaciones
brindándome consejos y enseñanzas.

A mi mamá Renee Juárez
por darme la vida y haberme educado
como la persona que soy actualmente.

AGRADECIMIENTO

A la UNTELS por haberme aceptado ser parte de ella
y abrirme las puertas de su enseñanzas
para poder estudiar mi carrera.

Agradecer a mi asesor Mg. Ing. Bernardo Castro
por brindarme la oportunidad
de recurrir a su capacidad y conocimiento
para guiarme en el desarrollo del trabajo.

Por último, a mi familia
que siempre me apoyaron incondicionalmente
en la parte moral y ética
para poder llegar a ser un profesional de la patria.

INDICE

LISTADO DE FIGURAS	viii
LISTADO DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I:	2
PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO	2
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	4
1.3.1 TEÓRICA.....	4
1.3.2 TEMPORAL.....	4
1.3.3 ESPACIAL.....	4
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.4.1 PROBLEMA GENERAL.....	5
1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	5
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO II:	7
MARCO TEORICO	7
2.1 ANTECEDENTES.....	7
2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES.....	7
2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	10

2.2 BASES TEÓRICAS.....	11
2.2.1 HISTORIA DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.....	11
2.2.2 PRINCIPIOS GENERALES DE LA FIBRA ÓPTICA.....	12
2.2.3 FIBRA ÓPTICA.....	12
2.2.4 PROPIEDADES DE LA FIBRA ÓPTICA.....	14
2.2.5 FIBRA ÓPTICA MONOMODO.....	14
2.2.6 FIBRA ÓPTICA MULTIMODO.....	16
2.2.7 SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE COMUNICACIONES.....	17
2.2.8 MODO DE TRANSMISIÓN.....	18
2.2.9 COMPONENTES DE LA FIBRA ÓPTICA.....	19
2.2.9.1 TIPOS DE CONECTORES.....	19
2.2.9.2 FC (Ferrule Conector)	19
2.2.9.3 ST (Straight tip)	20
2.2.9.4 LC (Lucen Connector).....	21
2.2.9.5 SC (Estándar Connector).....	21
2.2.10 EMISORES DE HAZ DE LUZ.....	22
2.2.10.1 LEDs.....	22
2.2.10.2 Lasers.....	22
2.2.10.3 CÓDIGO DE COLORES ESTANDARES TIA-598-A FIBRAS ÓPTICAS.....	22
2.2.11 APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA.....	23
2.2.11.1 INTERNET.....	23
2.2.11.2 REDES.....	24

2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
2.3.1	ANCHO DE BANDA.....	24
2.3.2	SERVICIOS MULTIMEDIA.....	25
2.3.3	ISP (INTERNET SERVICE PROVIDER).....	25
2.3.4	ATENUACIÓN.....	25
2.3.5	LONGITUD DE ONDA.....	26
2.3.6	MANGA.....	26
2.3.7	ODF (Distribuidor Óptico de Fibra).....	27
2.3.8	JUMPER.....	27
2.3.9	ROSETA OPTICA (OTS).....	27
2.3.10	MEDIA CONVERTER.....	27
2.3.11	PATCH CORDS CAT. 6A.....	28
2.3.12	PIGTAIL.....	28
2.3.13	Streaming.....	29
CAPÍTULO III		30
DESARROLLO DEL OBJETIVO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA		30
3.1	MODELO DE SOLUCIÓN DE PROPUESTA.....	30
3.1.1	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA ZONA DONDE SE VA A LLEVAR A CABO TRABAJOS DEL TENDIDO DE LA FIBRA OPTICA.....	30
3.2	DISEÑO DE ENLACE DE FIBRA OPTICA ENTRE NODO-CLIENTE.....	33
3.2.1	GESTIÓN DEL PROYECTO.....	34
3.2.2	VISITA DE INSPECCIÓN TÉCNICA.....	35
3.2.3	ELABORACION DEL INFORME DE INSPECCION TECNICA.....	40
3.2.3.1	REPORTE FOTOGRAFICO.....	40

3.2.3.2 PLANO DE DISEÑO DE PLANTA EXTERNA E INTERNA.....	41
3.2.4 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS.....	42
3.2.5 CÁLCULOS GENERALES PARA EL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA.....	43
3.2.6 CUADRO DE EMPALMES DESDE EL NODO HACIA LA UNIVERSIDAD.	46
3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL ENLACE A TRAVÉS DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA RED DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.....	47
3.3.1 REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	47
3.3.2 INSTALACIÓN DE POSTES.....	48
3.3.3 CANALIZADO.....	51
3.3.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBRAS CIVILES.....	51
3.3.5 DESPLIEGUE DE LA FIBRA OPTICA.....	57
3.3.6 PROTOCOLOS DE PRUEBA.....	79
3.3.7 MEDICIONES OTDR.....	82
3.3.8 PRESUPUESTO DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	87
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	92
Bibliografía	93
ANEXOS	95

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Enlace por fibra óptica.....	12
Figura 2.2. Estructura interna de la fibra óptica.....	13
Figura 2.3 Fibra Óptica Monomodo.....	15
Figura 2.4 Fibra Óptica Multimodal	16
Figura 2.5 Diagrama de bloques simplificado de un sistema de electrónico de telecomunicaciones.....	18
Figura 2.6 Conector FC.....	20
Figura 2.7 Conector ST	20
Figura 2.8 Conector LC	21
Figura 2.9 Conector SC.....	22
Figura 2.10 Código de colores para estándar TIA-598-A	23
Figura 2.11 Potencia de salida en la fibra óptica.....	26
Figura 2.12 Coeficiente de Atenuación	26
Figura 3.1 Ubicación con Google Maps de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur	30
Figura 3.2 Vista en Google Earth de planta del proveedor.....	31
Figura 3.3 Vista de planta en AutoCad.....	32
Figura 3.4 Respuesta de factibilidad (Cliente: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur).....	33
Figura 3.5 Plano CAD	36
Figura 3.6 Acta de visita técnica.....	37
Figura 3.7 ROLA METRICA	38

Figura 3.8 Equipos de Protección Personal (EPP).....	39
Figura 3.9 Manga de proveedor de internet	40
Figura 3.10 PROYECCION DE CANALIZADO PARA INGRESO A UNIVERSIDAD	41
Figura 3.11 Potencia de Recepción Mínima.....	44
Figura 3.12 Cuadro de empalmes.....	47
Figura 3.13 Instalación de poste de concreto de 09 metros.....	49
Figura 3.14 Poste instalado de proveedor de internet.....	50
Figura 3.15 Canalizado	51
Figura 3.16 Plano de acceso hacia la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur	52
Figura 3.17 Poste proyectado fuera de la universidad	53
Figura 3.18 Inicio de canalizado.....	54
Figura 3.19 Canalizado Proyectado para ingreso a universidad	55
Figura 3.20 Instalación de tubo de 3 pulgadas.....	56
Figura 3.21 Culminación de canalizado	57
Figura 3.22 Inicio de recorrido de la fibra (Manga-Universidad).....	58
Figura 3.23 Fibra óptica llega a poste de proveedor de internet y desciende por sifón	59
Figura 3.24 Fibra óptica ingresa a universidad por canalizado hasta buzones existentes	60
Figura 3.25 Fibra óptica recorre por buzones dentro de la universidad	61
Figura 3.26 Fibra óptica recorre por estacionamiento 1 mediante buzones existentes	62

Figura 3.27 Fibra óptica llega a buzón donde no tiene continuidad con el siguiente y se proyecta canalizado, donde la flecha color azul es canalizado y rojo es el recorrido de la fibra.....	63
Figura 3.28 Fibra óptica llega a buzón número 4 mediante canalizado proyectado..	64
Figura 3.29 Fibra óptica llega a buzón número 5 mediante canalizado proyectado..	65
Figura 3.30 Fibra óptica llega a buzón número 6 por canalizado existente.....	66
Figura 3.31 Fibra óptica llega a buzón número 7 por canalizado existente.....	67
Figura 3.32 Fibra óptica llega a buzón número 8 por canalizado existente.....	68
Figura 3.33 Fibra óptica llega a buzón número 8 por canalizado existente y sube por tubería Conduit adosada a la pared por el pabellón B de la universidad	69
Figura 3.34 Fibra óptica sigue recorrido por tubería Conduit adosada a la pared en el pabellón B de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur	70
Figura 3.35 Fibra óptica llega a piso 4 del pabellón B y sigue recorrido por tubo PVC	71
Figura 3.36 Fibra óptica sigue recorrido por tubo PVC en el cuarto piso de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur	72
Figura 3.37 Fibra óptica sigue recorrido por tubo PVC hasta llegar a forado o perforación para luego llegar a data center.....	73
Figura 3.38 Fibra óptica llega a data center de la universidad y sigue recorrido por canaleta adosada a la pared hasta gabinete.....	74
Figura 3.39 Gabinete de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur donde se dejan los equipos del proveedor de internet.....	75
Figura 3.40 Caja OTS o Caja Térmica	76
Figura 3.41 PATCH CORD TIPO LC.....	77
Figura 3.42 Media Converter.....	78

Figura 3.43 Equipamiento final.....	79
Figura 3.44 Curva OTDR – Medición 1310nm	83
Figura 3.45 Detalles de la medición – 1310nm	84
Figura 3.46 Configuración de pruebas y cable – 1310nm	84
Figura 3.47 Curva OTDR – Medición 1550nm	85
Figura 3.48 Detalles de la medición – 1550nm	86
Figura 3.49 Configuración de prueba y cable – 1550nm.....	86

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3.1 Cronograma de actividades a realizar	35
Tabla 3.2. Especificaciones técnicas de la interfaz óptica P1S1-1D1 de la recomendación UIT-T	43
Tabla 3.3 Presupuesto de la implementación parte I	87
Tabla 3.4 Presupuesto de la implementación parte II	88
Tabla 3.5 Rentabilidad de instalación de fibra óptica para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.....	89

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia que se realiza para optar el Título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones lleva por nombre “Diseño e Implementación de Fibra Óptica para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur”, presentado por el Bachiller César Alfredo Castro Juarez.

En la actualidad la evolución de la tecnología en el área de las comunicaciones está muy avanzada globalmente y cada día que pasa siguen mejorando las aplicaciones y presentando nuevas ventajas como son: mayor velocidad en las transmisiones de datos, comunicación a grandes distancias, mayor inmunidad al ruido, etc.

La fibra óptica es una tecnología fidedigna referente a la calidad y ancho de banda, brinda mayor estabilidad a la interconexión de los equipos y un mejor índice de rendimiento.

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como finalidad en primera instancia analizar si es factible el despliegue de la fibra óptica por esta zona en villa salvador donde no todos los proveedores llegan con esta tecnología.

Otra finalidad del presente trabajo es diseñar e implementar un enlace dedicado para la universidad respetando los parámetros de las telecomunicaciones y las normas que ciertos distritos en este caso Villa el Salvador solicite para el tendido de fibra óptica, al final de este trabajo se observara la rentabilidad total de la implementación.

CAPÍTULO I:

PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La tecnología continua con su avance a pasos agigantados, lo que conlleva a que, en la actualidad, las redes, no satisfagan en velocidad a los nuevos servicios multimedia que están apareciendo. Como es de saber, las tecnologías de ahora te ofrecen velocidades de 10Mbps, 50Mbps, 1Gbps; diversos operadores en el Perú brindan servicios para acceso a internet, algunos de ellos no cumplen los estándares requeridos por las empresas, y muchas de ellas están dispuestas a cambiar de proveedor por las inconveniencias e insatisfacciones con el servicio brindado.

En algunos casos como este, llevar el servicio de Fibra Óptica es complicado debido a que se encuentra en una zona alejada de los ISP (Proveedor de Servicio de internet), la infraestructura para llevar a cabo estos diseños no puede resultar factible, por ello previo a esto se realizan estudios para poder llevar el medio físico (Fibra óptica) desde el ISP hasta el cliente, en otras palabras, proveedor de internet y la universidad. Para este enlace propuesto se utiliza una de las ventajas de la fibra óptica, que es ser un medio físico con menor atenuación, sin utilizar repetidores en los enlaces directos de 100 a 200 Km, siendo fiable y económico en lo que es equipamientos.

Teniendo en cuenta que el proveedor de internet ha realizado tendido de fibra óptica para otras universidades nacionales como la Universidad Nacional Federico Villarreal que es un cliente actual, también habiendo brindado este servicio a la Universidad Nacional del Callao, y para ciertos eventos dentro de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el proveedor de internet se ve en la capacidad de acceder a la licitación de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur para brindarle un enlace dedicado según sus requerimientos.

Y en tal caso la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur teniendo una Misión de: “Generar y transferir conocimiento, formar profesionales y ciudadanos para contribuir al desarrollo de la comunidad circundante, con calidad, pertinencia y equidad” y actualmente no imparte cursos, diplomados a distancia, por lo que solo se centra en impartirlo dentro de la zona sur de Lima y no toda Lima y todo el Perú.

La Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur se ha escogido para la implementación de un enlace dedicado a través de Fibra Óptica para la mejora de los distintos servicios multimedia que ofrece a los usuarios, en este caso, estudiantes, docentes y demás trabajadores que desarrollan sus labores diarias dentro la universidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Con este proyecto se busca satisfacer las necesidades de ancho de banda, seguridad de red, calidad de servicio, disponibilidad permanente y la mejora de costos para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, anteriormente la universidad contaba con 30 Mbps de velocidad de enlace dedicado de otro operador de servicio, por políticas de toda empresa esta información no se brinda al público, este diseño busca superar la tecnología actual en la universidad.

Debido a la gran cantidad de información que puede llegar a obtener, almacenar y enviar una universidad nacional, la fibra óptica además de ser la tecnología que ofrece mayores beneficios en cuanto a velocidad, nos dará mayor efectividad en el transporte de paquetes en la red de comunicaciones, nos va a permitir el trabajo de muchos usuarios a la vez, en este caso de laboratorios, de oficinas administrativas, de salas de TI, que no deben verse afectados por los problemas típicos de ancho de banda, caída de red, poca capacidad de transmisión de datos; y a su vez generar mejoras para lograr estándares de calidad que se requiere en la actualidad, utilizando nuevos servicios multimedia como las videoconferencias y pudiendo impartir clases a distancia con este servicio streaming.

Para todo cliente que desea mejorar el nivel tecnológico, en este caso su servicio de internet, analiza los costos de una implementación para llevar a ello, la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur no es ajena a esto, por ende y temas comerciales de los operadores de servicio, conlleva a buscar mejoras de ancho de banda y a través de licitación este operador de servicio, haciendo los estudios necesarios que presentaremos en el presente trabajo, le ofrece 100 Mbps como ancho de banda fijo a un costo accesible y mejor que el anterior operador.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 TEÓRICA: El proyecto tiene como teoría los fundamentos de Fibra Óptica Monomodo, fundamentos de Fibra Óptica Multimodo, características de una red FTTH (Fiber To The Home) o también conocida en español como fibra hasta el hogar, fundamentos básicos de uso de media-converter, fórmulas de diseño de instalaciones de Fibra Óptica, conceptos básicos de sistemas de comunicaciones de Fibra Óptica

1.3.2 TEMPORAL: La Factibilidad, diseño e implementación se realiza en un transcurso de 35 días, desde el mes de febrero a abril del 2019.

1.3.3 ESPACIAL: El proyecto se realiza en el distrito de Villa el Salvador en el Sector 3 Grupo 1A 03, Av. Central.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo diseñar e implementar una red de Fibra Óptica ISP- ¿Cliente, cumpliendo las normas dadas por el MTC (Ministerio de Transportes y telecomunicaciones)?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Qué consideraciones se deberá tomar en cuenta para enlazar el ISP (Proveedor de Servicio de Internet) y la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur para brindar una mejor calidad de servicio y un enlace dedicado de Fibra Óptica con costos no tan elevados?
2. ¿Qué clase, tipo de equipos y materiales se instalarán en el diseño e implementación de un enlace dedicado de Fibra óptica para no generar pérdida en la conectividad y no dañar la operatividad de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur?
3. ¿Cómo se implementará el diseño a nivel físico de los equipos después del estudio de factibilidad técnica de la zona sur para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio para la implementación y diseño de una red que nos permita mejorar la velocidad y la capacidad de transmisión de datos en internet, telefonía y servicios multimedia con los que cuenta la universidad.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el estudio de factibilidad técnica del enlace de fibra óptica desde un nodo cercano del operador hasta el data center de la universidad respetando los parámetros establecidos por dicho operador para el correcto acceso de F.O.
2. Determinar el costo que se necesita para la implementación de la fibra óptica, teniendo en cuenta la zona, la infraestructura demás recursos que se usen al momento de la implementación.
3. Realizar las pruebas necesarias de la implementación de Fibra Óptica para brindar un enlace dedicado ISP-Cliente, en este caso la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Para la presente investigación se ha hecho un estudio de proyectos antes realizados relacionados al tema, obteniendo experiencias relacionadas al objetivo de la investigación.

2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES

Gutiérrez (2014), en su tesis titulada “Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua” concluyó:

- ✓ Es factible mejorar la penetración de internet en lugares fronterizos, incrementando la inversión en infraestructura de interconexión logrando disminuciones importantes en el precio de acceso de internet para la población Plurinacional de Bolivia.
- ✓ El cálculo de los beneficios sobre la base de que los clientes beneficiados crecerán en un 40% dado que existe una disminución del costo del servicio respecto al salario mínimo nacional boliviano.
- ✓ Debido al desarrollo de la oferta comercial de nuevos servicios informáticos de valor agregado, las empresas de telecomunicaciones y operadores han implementado nuevas tecnologías de multiplexación sobre los enlaces de fibras ópticas existentes y de este modo dar soporte a nuevos requerimientos de banda ancha.

Pachas (2018), en su tesis titulada “Diseño de una red FTTH con despliegue de fibra óptica mediante el sistema de alcantarillado en el distrito de El Agustino” concluyó:

- ✓ En base a la tecnología GPON, se diseñó una red FTTH en base a una arquitectura de red óptica pasiva. Con ello, se busca beneficiar a 580 hogares ubicados en la Zona I de El Agustino, con un dimensionamiento de tasa de transmisión mínima de 77.75 Mbps por cada hogar, que puede ser comercializada con un plan de hasta 170 Mbps de descarga y 17 Mbps de subida, considerando un 40% de velocidad mínima garantizada.
- ✓ A nivel de red de alimentación, se diseñó una red FTTH con redundancia compuesta por 19 Splitters, con esto se logró diseñar una red de topología en anillo como primer nivel, para llegar a los hogares, la red se distribuyó siguiendo una topología en estrella.
- ✓ Debido a que se usó material PVC se requiere una instalación no intrusiva ya que no realizaremos cortes ni perforaciones en las tuberías, caso contrario con una instalación intrusiva que puede ocasionar fugas y filtraciones en las aguas servidas.
- ✓ El proyecto resultó ser rentable, con un valor de VAN (Valor Actual Neto) de 837,128.16 soles y una TIR (Tasa Interna de Retorno) de 26%, con lo que se logra la recuperación de la inversión en el quinto año de operación. Para estos 82 resultados, se consideró una Capex (Gastos de Capital) estimado de 1,520,267.15 soles, de una cuota de pago mensual por hogar de 150 soles y una penetración del 60% de la demanda equivalente a 348 hogares.

Trejo (2016), en su tesis, titulada “Diseño de un sistema de telecomunicaciones basado en fibra óptica para mejorar la red de comunicaciones en la ciudad universitaria de la universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo de Huaraz” concluyó:

- ✓ Se optó por usar fibra óptica como medio de transmisión para el diseño de un sistema de telecomunicaciones, debido a su alta capacidad de transmisión y facilidad de adaptarse a nuevas tecnologías de multiplexación.

- ✓ Los edificios del campus universitario deben estar interconectado a través de un backbone de fibra óptica monomodo, con centro en el Data Center; el backbone soporta en equipos tecnologías GigaEthernet, permitiendo a cada edificio llegar hasta una velocidad de 1 Gbps.
- ✓ Se empleó la tecnología basada en DWDM ya que permite transmitir a altas velocidades y aprovechar el ancho de banda, permitiendo realizar video conferencias, aulas y clases virtuales, telefonía IP, Cámaras IP, Streaming de videos, videoconferencias en HD, entre otros servicios básicos.

Mamani (2018), en su tesis titulada “Diseño de una red DWDM (Multiplexación por División en Longitudes de Ondas Densas) para la implementación de un Sistema FTTH en Instituciones de Sicuani” concluyó:

- ✓ La tecnología DWDM y FTTH es una buena opción para la implementación de redes de acceso debido que usa fibra óptica de extremo a extremo y no tiene elementos activos en medio que puedan causar problema en el tiempo.
- ✓ La aparición de nuevos operadores brindando cada vez un mayor ancho de banda y nuevos servicios exige que los diseñadores de planta externa se mantengan actualizados con nuevas tecnologías para diseñar redes adaptables y convergentes al tiempo.
- ✓ En el diseño se debe considerar la tecnología y medios que ayuden persistir en el tiempo antes que, al costo de la tecnología a diseñar, además la fibra óptica se mantendrá vigente tecnológicamente debido a que es un medio de transmisión que a la fecha no tiene remplazo.

2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Carrión y Cevallos (2011), realizaron la investigación “Estudio y Diseño de la Red de Fibra Óptica para el transporte de aplicación triple play en el trayecto Cuenca – Girón – Pasaje”, en la facultad de Ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, la cual concluyeron lo siguiente:

- ✓ La fibra óptica es el soporte físico por excelencia que ofrece las mejores garantías para ser empleado como medio de transmisión de datos a grandes distancias y evidentemente en la actualidad la tendencia es cubrir las regiones con redes basadas en este principio, representando una ventaja al poseer esta autopista para las necesidades de los servicios de telecomunicaciones futuros.
- ✓ El mundo de hoy requiere estar comunicado hasta el lugar más remoto que podamos imaginar, es así la ambición del gobierno del Ecuador es el no relegarse y satisfacer a todo el país para lograr el objetivo mundial planteado por la ITU que es la reducción en la brecha digital hasta el 2015 al comprometerse con ofertar las tecnologías de la información y comunicación con la mayor cobertura posible.
- ✓ Al ser una red robusta se proyecta su abastecimiento durante los siguientes 20 años aproximadamente, se puede explotar y obtener mayor provecho ya que permite la implementación de varios tipos de red de alta velocidad tales como las redes GPON para las poblaciones inmersas.
- ✓ La red de fibra óptica es el presente y el futuro de la tecnología de la información, debido a que permite aumentar servicios de valor agregado sin disminuir la calidad de transmisión de los existentes.
- ✓ La red de fibra óptica es el presente y el futuro de la tecnología de la información, debido a que permite aumentar servicios de valor agregado sin disminuir la calidad.

- ✓ Si las redes de fibras ópticas se detendrían, relativamente el mundo entero haría lo mismo ya que sufriría un colapso total debido a que mantienen el soporte global de comunicación del comercio y la economía de todos los países.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 HISTORIA DE LAS FIBRAS ÓPTICAS

Según Tomasi (2003) "Alexander Graham Bell, en 1880, experimentó con el fotófono que era un dispositivo formado con espejos y detectores de selenio, que transmitía ondas sonoras sobre un rayo de luz; al realizar sus análisis llegó a la conclusión que era muy malo, no confiable y no tenía aplicación práctica. En realidad, la luz visible era un medio principal de comunicaciones antes de que comenzaran las comunicaciones electrónicas.

En 1970, Kapron, Keck y Maurer, de Corning Glass Works en Corning, New York, desarrollaron una fibra óptica con pérdidas menores que 2 dB/km. Fue el "gran" avance necesario para permitir los sistemas prácticos de comunicaciones con fibra óptica debido a que los cables de fibra disponibles en la década de 1960 tenían pérdidas extremadamente grandes (más de 1000 dB/km), lo cual limitaba las transmisiones ópticas a distancias cortas." (p.422).

A partir de 1970, la tecnología de fibras ópticas ha crecido en forma exponencial. A fines de la década de 1970 y principios de la década de 1980, el refinamiento de los cables ópticos, y el desarrollo de fuentes luminosas y detectores de alta calidad y económicos abrió la puerta al desarrollo de sistemas de comunicaciones de alta calidad, alta capacidad, eficientes y económicos, con fibra óptica. A fines de la década de 1980 las pérdidas en las fibras ópticas se redujeron hasta 0.16 dB/km, y en 1988, NEC Corporation estableció un récord de transmisión a gran distancia, al enviar 10 Gbits/s con 80.1 km de fibra óptica. También en 1988, el Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI) publicó Synchronous Optical Network (SONET). A mediados de la

década de 1990, las redes ópticas para voz y datos eran lugar común en Estados Unidos y en gran parte del mundo (p.423).

2.2.2 PRINCIPIOS GENERALES DE LA FIBRA ÓPTICA

El sistema de fibra óptica funciona enviando información por medio de rayos de luz. Para esto se compone de un dispositivo Fotoemisor que convierte los impulsos eléctricos en rayos de luz, un canal óptico por donde la luz transita y un dispositivo Fotodetector que vuelve a transformar la señal luminosa en impulsos eléctricos, la Figura 2.1 muestra un sistema de Fibra Óptica.

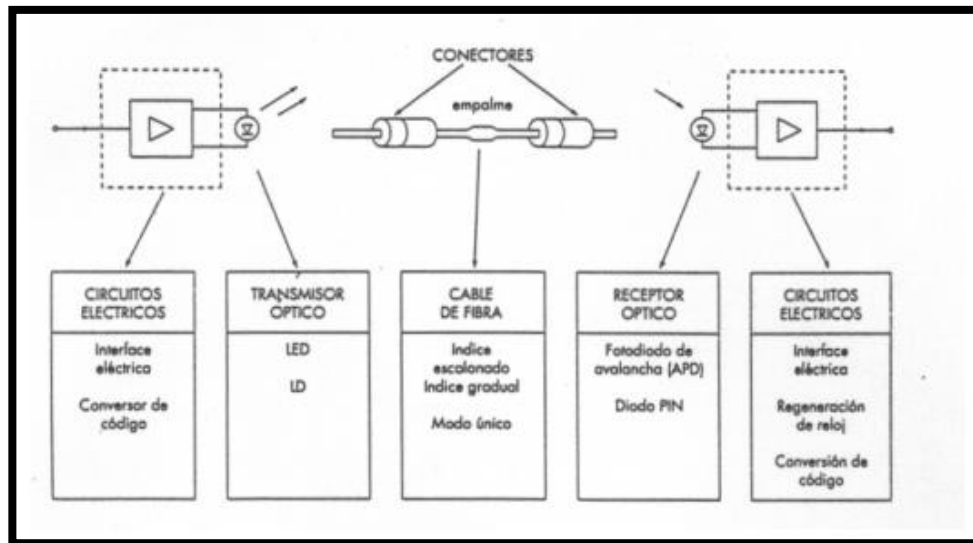


Figura 2.1 Enlace por fibra óptica

Fuente: Módulo introductorio Principios Generales del Sistema de Fibra Óptica, Ejemplar distribución gratuita

2.2.3 FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un hilo muy delgado y flexible de material transparente que determina una guía de onda luminosa, su estructura es muy compacta y algunas

veces está hecha de vidrio (dióxido de Silicio SiO_2) o plástico; y por ella se envían señales lumínicas que representan datos a transmitirse.

Consiste en 3 partes:

- Núcleo: Es la parte interior de la fibra, que está fabricado por un material dieléctrico, dopado para ajustar su índice de refracción cuyo diámetro oscila entre $4\ \mu\text{m}$ y $1000\ \mu\text{m}$ dependiendo del tipo de fibra (típicamente entre $4\ \mu\text{m}$ y $62,5\ \mu\text{m}$).
- Revestimiento: Es la capa que envuelve al núcleo, fabricado con materiales similares al núcleo, pero con un índice de refracción menor, para que se produzca el fenómeno de la reflexión interna total
- Cubierta: Generalmente fabricada en plástico que protege mecánicamente a los dos componentes anteriores.

En la Figura 2.2 muestra la estructura interna de la Fibra Óptica.

(La Fibra Óptica y el Fenómeno no Lineal Mezcla de Cuarta Onda, 2015, p.45).

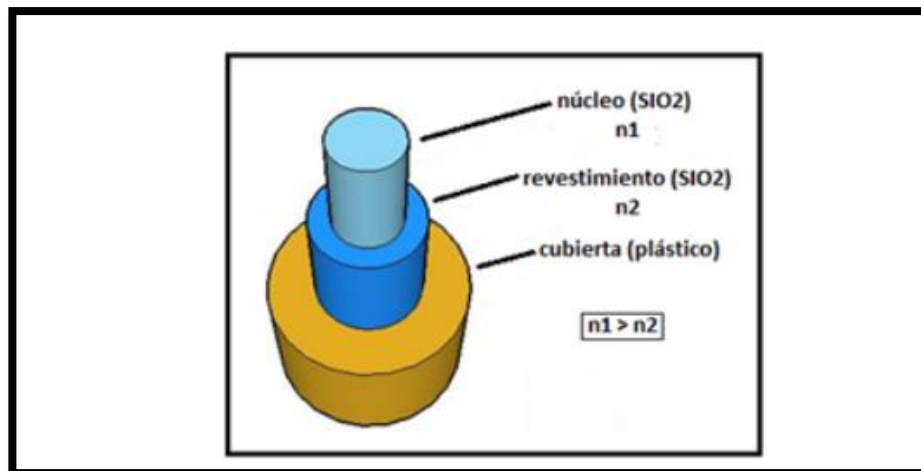


Figura 2.2. Estructura interna de la fibra óptica
Fuente: <http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/index.htm>

2.2.4 PROPIEDADES DE LA FIBRA ÓPTICA

Según Santa Cruz (2015), en su compilado Módulo introductorio Principios Generales del Sistema de Fibra (p.3), algunas de las propiedades sobresalientes de la guía de onda óptica se pueden resumir brevemente,

- Es liviana y flexible debido a su pequeño diámetro.
- Los problemas de interferencia entre guías de onda ópticas adyacentes, así como intercepción e interferencia, han sido virtualmente eliminados en las guías.
- La interferencia electromagnética no tiene efecto en la señal óptica o la información transmitida.
- Las estaciones transmisora y receptora se conectan solamente por medio de un guía de onda óptica que es eléctricamente aislante, y por lo tanto puede ser operada a diferentes potenciales eléctricos. Esto hace posible, por ejemplo, un sistema de monitoreo novedoso y simple para instalaciones de alta tensión.
- Las características de transmisión de las guías de onda óptica solo varían levemente con la temperatura. Por lo tanto, no se requiere compensación de temperatura, tal como la empleada en los conductores de cobre.

2.2.5 FIBRA ÓPTICA MONOMODO

Son aquellas que por su especial diseño pueden guiar y transmitir un solo rayo de luz (un único modo de propagación) y son utilizadas para redes con alto ancho de banda.

Existen 3 tipos de Fibra Monomodo según su aplicación:

- Fibra monomodo estándar: Conocida por sus siglas en inglés (Standar Single Mode Fiber, SMF). Este tipo de fibra Monomodo tienes como características más destacadas, una atenuación de unos 0,2 dB/km

- Fibra de dispersión desplazada: Las fibras de dispersión desplazada (Dispersión Shifted Fiber, DSF) son fabricadas de tal manera que logran tener una dispersión cromática nula en la tercera ventana. Debido a que su atenuación aumenta ligeramente (unos 0.25 dB/km); y su principal inconveniente se debe a los efectos no lineales como el fenómeno de mezclado de cuarta onda FWM, que imposibilitan la utilización de esta fibra óptica en sistemas WDM
- Fibra de dispersión desplazada diferente de cero: Las fibras de dispersión desplazada diferente de cero (Non Zero Dispersion Shifted Fiber, NZDSF), fueron creadas para resolver los inconvenientes de la fibra anterior. Tienen un valor de dispersión próximo a cero, pero, no nulo, para lograr contrarrestar los efectos de los fenómenos no lineales mediante la dispersión cromática.

En la Figura 2.3 muestra la estructura de la Fibra Óptica Monomodo (La Fibra Óptica y el Fenómeno no Lineal Mezcla de Cuarta Onda, 2015, p.47).

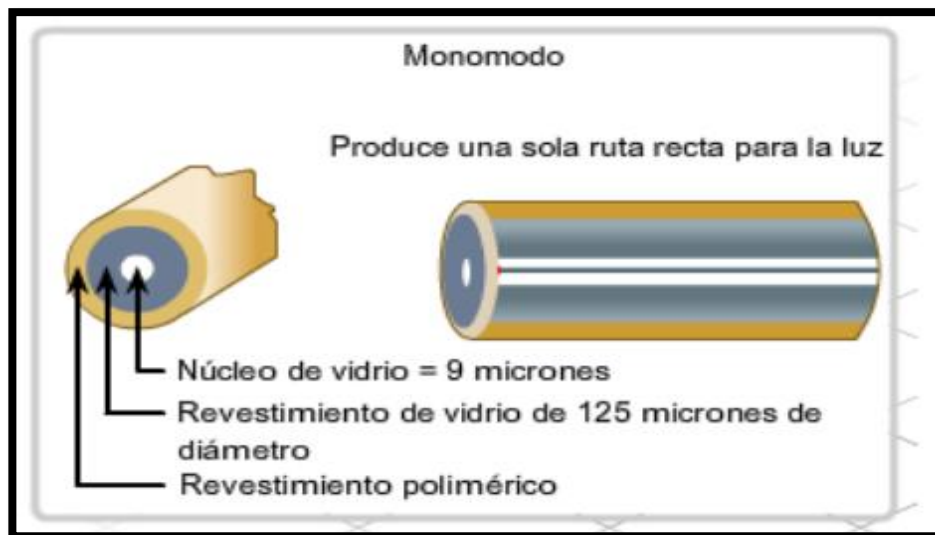


Figura 2.3 Fibra Óptica Monomodo
 Fuente: Sistema de fibra óptica (2014, p.17)

2.2.6 FIBRA ÓPTICA MULTIMODO

Es un tipo de fibra óptica que se puede propagar de varios modos de forma simultánea. El núcleo de este tipo de fibras suele ser de 50 μm o 62.5 μm , por lo que el acoplamiento de luz es más sencillo.

Podemos encontrar dos tipos de fibra multimodo:

- Fibra óptica de índice en escalón o de salto de índice: En este tipo de fibras el índice de refracción del núcleo y del revestimiento son uniformes, siendo el índice de refracción del núcleo sensiblemente mayor, por lo que el cambio de índice de refracción al pasar de una zona a otra cambia bruscamente, de ahí su nombre.
- Fibra óptica de índice gradual: En este tipo de fibras el índice del núcleo varía gradualmente desde el centro del núcleo hasta el revestimiento. Con este tipo de fibras se reduce la dispersión modal, ya que con ellas se consigue reducir la diferencia de caminos que recorren los distintos modos que se propagan por la fibra. En la Figura 2.4 muestra la estructura de la Fibra Óptica Multimodo.

(La Fibra Óptica y el Fenómeno no Lineal Mezcla de Cuarta Onda, 2015, p.47).



Figura 2.4. Fibra Óptica Multimodal

Fuente: Sistema de fibra óptica (2014, p.18)

2.2.7 SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE COMUNICACIONES

Según Tomasi (2003), en su cuarta edición de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas nos dice que “un sistema electrónico de comunicaciones está comprendido de un transmisor, un medio y un receptor” como se muestra en la figura 2.5 en un diagrama de bloque simple.

- Transmisor: Es un conjunto de uno o más dispositivos o circuitos electrónicos que convierte la información de la fuente original en una señal que se presta más a su transmisión a través de determinado medio de transmisión.
- El medio de transmisión: Se encarga de transportar las señales desde el transmisor hasta el receptor, y puede ser tan sencillo como un par de conductores de cobre que propaguen las señales en forma de flujo de corriente eléctrica. También se puede convertir la información a onda electromagnéticas luminosas, propagarlas a través de cables de fibra óptica hechas de vidrio o de plástico, o bien se puede usar el espacio libre para transmitir ondas electromagnéticas de radio, a grandes distancias o sobre terreno donde sea difícil o instalar un cable físico.
- Receptor: Es un conjunto de dispositivos y circuitos electrónicos que acepta del medio de transmisión, las señales transmitidas y las reconvierte a su forma original.

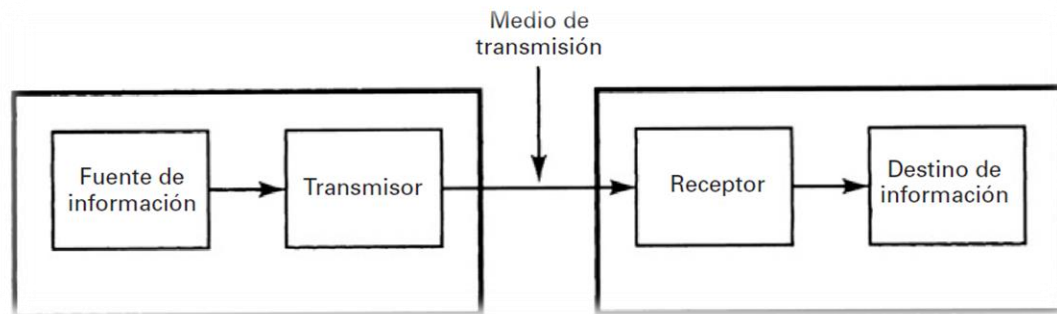


Figura 2.5. Diagrama de bloques simplificado de un sistema de electrónico de telecomunicaciones

Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas (2003, p.2)

2.2.8 MODO DE TRANSMISIÓN

Según Tomasi (2003), en su cuarta edición de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas nos dice que “Los sistemas electrónicos de comunicaciones se pueden diseñar para manejar la transmisión solo en una dirección, en ambas direcciones, solo una vez, o ambas direcciones al mismo tiempo”, a estos se les llama modos de transmisión existiendo 4 modos:

- Simplex: Las transmisiones se hacen en una sola dirección. A veces, a los sistemas simplex se les llama sólo en un sentido, sólo recibir o sólo transmitir. Una estación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos a la vez. Como ejemplo de transmisión simplex esta la emisión comercial de radio o televisión solo transmite a uno, o uno simple recibe.
- Semiduplex: Las transmisiones se pueden hacer en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. A veces, se les denomina alternar en ambos sentidos, en uno de los sentidos, o de cambio y fuera. Los radios de banda civil y de policía, son ejemplos de transmisión semiduplex.
- Dúplex total: Transmisiones en ambas direcciones al mismo tiempo, algunas veces se les denomina simultáneo de dos direcciones, dúplex completos, o líneas bilaterales o en ambos sentidos; sin embargo, la estación a la que se

transmite también debe ser de la que se recibe. Un sistema telefónico normal es un ejemplo de funcionamiento dúplex.

- Dúplex total / General: transmisión en ambas direcciones en simultáneo, pero no necesariamente entre las mismas dos estaciones, es decir una estación puede transmitir a una segunda estación, y recibir al mismo tiempo de una tercera estación. Las transmisiones dúplex total / general se usan casi exclusivamente en circuitos de comunicaciones de datos. El servicio postal de Estados Unidos es un ejemplo de funcionamiento dúplex total / general.

2.2.9 COMPONENTES DE LA FIBRA ÓPTICA

Dentro de los componentes que se usan en la fibra óptica caben destacar los siguientes: los conectores, el tipo de emisor del haz de luz y los conversores de luz.

2.2.9.1 TIPOS DE CONECTORES

Según Vargas (2014), en su libro Sistema de Fibra Óptica, nos indica que “Estos elementos (Conectores) se encargan de conectar las líneas de fibra a un elemento, ya puede ser un transmisor o un receptor”. Los tipos de conectores disponibles son muy variados entre los que podemos encontrar se hallan los siguientes:

2.2.9.2 FC (Ferrule Conector)

Conector con una férula de cerámica de 2.5 mm que se mantiene en su lugar con un sistema de rosca, disponibles para fibra multimodo y monomodo, su principal uso es en el entorno de alta vibración debido a su sistema de rosca con una pérdida de inserción de 0.3dB. Ver figura 2.6

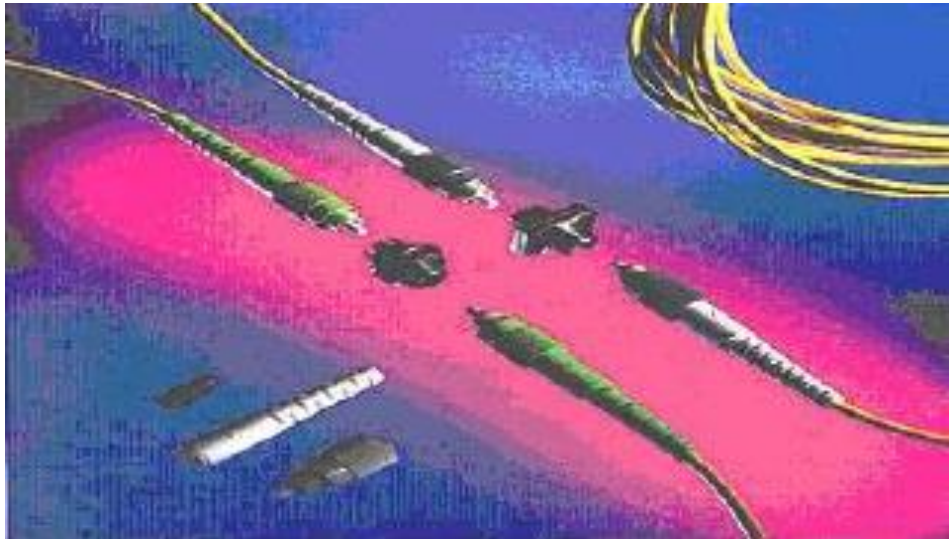


Figura 2.6. Conector FC

Fuente: Sistema de fibra óptica (2014, p.26)

2.2.9.3 ST (Straight tip)

A la actualidad siguen siendo usados en los sistemas de redes, tienen una pérdida de inserción de 0.25dB, utilizado en aplicaciones de corta y larga distancia como campus o redes corporativas y en aplicaciones militares. Ver figura 2.7

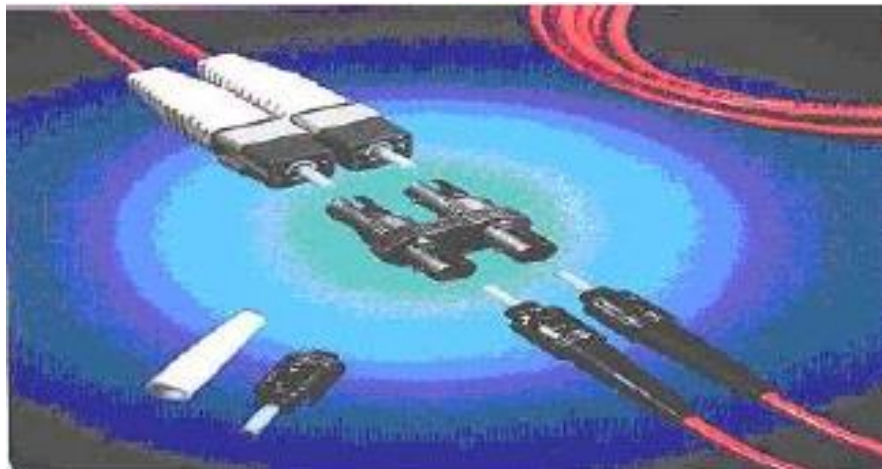


Figura 2.7 Conector ST

Fuente: Sistema de fibra óptica (2014, p.26)

2.2.9.4 LC (Lucen Connector)

Conocido también como Little Connector, utilizado en aplicaciones monomodo ya que tiene un excelente rendimiento y puede ser terminado a manera sencilla, su pérdida de inserción típica es de 01 dB, su uso se realiza en paneles y rack, fibra hasta la casa, distribución de edificios, redes de área local, redes de procesamiento de data y sistemas de TV por cable. Ver figura 2.8



Figura 2.8 Conector LC
Fuente: Sistema de fibra óptica (2014, p.26)

2.2.9.5 SC (Standar Connector)

Conector creado a mediados de los 80 por una empresa de telecomunicaciones, pero no fue muy usado en sus inicios ya que fue considerado muy costoso. Tiene una pérdida de inserción de 0.35 dB y están calificados para soportar 1000 ciclos de conexión y desconexión. Ver figura 2.9

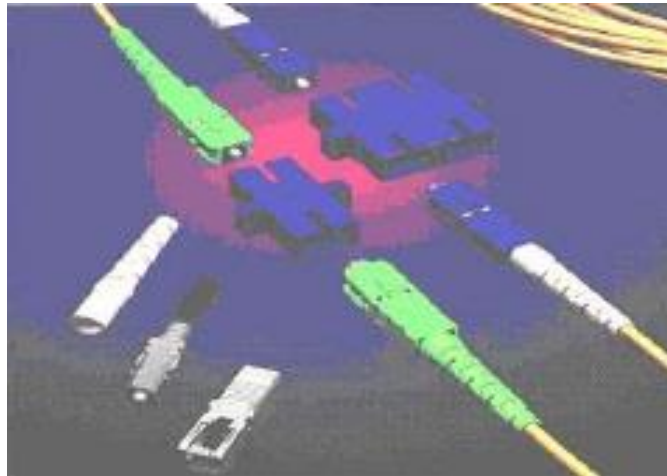


Figura 2.9 Conector SC
Fuente: Sistema de fibra óptica (2014, p.27)

2.2.10 EMISORES DE HAZ DE LUZ

Según Vargas (2014), en su libro Sistema de Fibra Óptica, nos indica que “Estos dispositivos se encargan de emitir el haz de luz que permite la transmisión de datos”, estos emisores pueden ser de dos tipos:

2.2.10.1 LEDs: Utilizan una corriente de 50 a 100 mA, su velocidad es lenta, solo se puede usar en fibras multimodo, pero su uso es fácil y su tiempo de vida es muy grande, además de ser económicos.

2.2.10.2 Lasers: Este tipo de emisor usa una corriente de 5 a 40 mA, soy muy rápidos, se puede usar con los dos tipos de fibra, monomodo y multimodo, pero por el contrario su uso es difícil, su tiempo de vida es largo pero menor que el de los LEDs y también son mucho más costosos.

2.2.10.3 CÓDIGO DE COLORES ESTANDARES TIA-598-A FIBRAS ÓPTICAS

Según Vargas (2014), en su libro Sistema de Fibra Óptica, nos indica que “Para cada fabricante varía el código de la fibra”. Ver figura 2.10.

	1 = AZUL
	2 = NARANJA
	3 = VERDE
	4 = MARRON
	5 = GRIS
	6 = BLANCO
	7 = ROJO
	8 = NEGRO
	9 = AMARILLO
	10 = VIOLETA
	11 = ROSA
	12 = CELESTE

Figura 2.10 Código de colores para estándar TIA-598-A
Fuente: Sistema de fibra óptica (2014, p.34)

2.2.11 APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA

2.2.11.1 INTERNET

El servicio de conexión a Internet por fibra óptica derriba la mayor limitación del ciberespacio: su exasperante lentitud.

Para navegar por la red mundial de redes, Internet, no solo se necesitan un computador, un módem y algunos programas, sino también una gran dosis de paciencia. El ciberespacio es un mundo lento hasta el desespero.

Un usuario puede pasar varios minutos esperando a que se cargue una página o varias horas tratando de bajar un programa de la Red a su PC.

La fibra óptica hace posible navegar por el Internet a una velocidad de dos millones de bps, impensable en el sistema convencional, en la que mayoría de usuarios se conecta 28.000 o 33.600 bps.

Sistema de fibra óptica, (2014, p.30)

2.2.11.2 REDES

Una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica están separados entre sí unos 100 Km, frente a aproximadamente 1,5 Km en los sistemas eléctricos. Los amplificadores de fibra óptica recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

Otra aplicación cada vez más extendida de la fibra óptica son las redes de área local. Al contrario que las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas se conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como ordenadores (computadoras) o impresoras. Este sistema aumenta rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electroópticos y de óptica integrada aumentará aún más la capacidad de los sistemas de fibra.

Sistema de fibra óptica, (2014, p.31)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1 ANCHO DE BANDA

El ancho de banda de una señal de información no es más que la diferencia entre las frecuencias máxima y mínima contenidas en la información.

El ancho de banda de un canal de comunicaciones debe ser suficientemente grande (ancho) para pasar todas las frecuencias importantes de la información, En otras palabras, el ancho de banda del canal de comunicaciones debe ser igual o mayor que el ancho de banda de la información.

Tomasi (2003, p.8)

2.3.2 SERVICIOS MULTIMEDIA

Por lo general, los servicios multimedia se pueden dividir en dos fases diferentes: acceso al servicio y distribución de contenido. La primera fase generalmente tiene lugar sobre protocolos de transporte confiables y conexiones unicast. El segundo se realiza a menudo sobre protocolos de transporte no confiables y comunicaciones de multidifusión.

Josep R., (2003)

2.3.3 ISP (INTERNET SERVICE PROVIDER)

Es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes. Un ISP conecta a sus usuarios a Internet a través de diferentes tecnologías como DSL, cable, satelital entre otras.

Proveedor de servicios de Internet (2012), en Wikipedia. Recuperado el 28 de diciembre de 2012 de

https://es.wikipedia.org/wiki/Proveedor_de_servicios_de_Internet

2.3.4 ATENUACIÓN

Parámetro que limita la distancia máxima entre el transmisor y el receptor. Es la disminución paulatina de la potencia de la señal conforme esta se propaga a lo largo de la fibra óptica y puede estar dada por la absorción que presenta la sílice a ciertas longitudes de onda, por radiación de la energía, por esparcimiento o por

imperfecciones de la fibra. Se define como la relación entre la potencia de salida (P_{out}) de la fibra después de una cierta longitud L y la potencia de entrada (P_{in}). En la Figura 2.11 muestra la Potencia de salida en la fibra óptica (La Fibra Óptica y el Fenómeno no Lineal Mezcla de Cuarta Onda, 2015, p.51).

$$P_{out} = P_{in} \exp(-\alpha L)$$

Figura 2.11 Potencia de salida en la fibra óptica
Fuente: Puerto (2015, p.51)

Donde α es el coeficiente de atenuación y es comúnmente expresado en dB/Km mediante la siguiente expresión. Ver figura 2.12

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right)$$

Figura 2.12 Coeficiente de Atenuación
Fuente: Puerto (2015, p.51)

2.3.5 LONGITUD DE ONDA

Distancia entre dos crestas sucesivas en un instante de tiempo determinado, esta depende de la frecuencia de la onda y de la velocidad con que se propague.

Boquera (2005, p.5)

2.3.6 MANGA

Técnicamente denominada caja de empalme o caja terminal óptica se trata de un armario en la cual mediante bandejas se almacenan los divisores de segunda etapa, las terminaciones de fibra óptica (tanto entrantes como salientes), y los empalmes que unen a ambos. Cada empalme, latiguillo de fibra o divisor se almacena en una

bandeja y se irán realizando los empalmes conforme se abonen usuarios al servicio, pero el cable vertical se despliega en el momento de la instalación.

Prieto, (2014, p.69)

2.3.7 ODF (Distribuidor Óptico de Fibra)

Es un distribuidor de fibra óptica que se encuentra en la oficina central, se utiliza para la interconexión con los usuarios. Para Rack de 19 pulgadas disponible para adaptador SC, se utiliza 3 ODF de 96 puertos, 1 Jumper por cada puerto.

López y Elliot (2016, p.90)

2.3.8 JUMPER

Es la conexión que existe entre la OLT y el ODF, en las dos puntas tiene conectores que pueden ser de la misma clase, la cantidad de jumper que se va a utilizar es la misma que el número de usuarios.

López y Elliot (2016, p.90)

2.3.9 ROSETA OPTICA (OTS)

Es una caja compacta que soporta la entrada de los cables de fibra óptica, Solo pesa 60mg perfecto para las empresas y su tamaño es de 105,5x82.5x23.2mm, tiene adaptadores SC, tiene recomendación con la norma G.652.

López y Elliot (2016, p.90)

2.3.10 MEDIA CONVERTER

Los conversores de Ethernet a fibra permiten establecer conexiones de equipos UTP Ethernet de cobre a través de un enlace de fibra óptica para aprovechar las ventajas de la fibra, entre las que figuran las siguientes:

- Ampliación de los enlaces para cubrir distancias mayores mediante cable de fibra óptica.
- Protección de datos frente al ruido y las interferencias.
- Preparación de su red para el futuro con capacidad de ancho de banda adicional.

Las conexiones Ethernet de cobre presentan una limitación de transmisión de datos de tan solo 100 metros cuando se utiliza cable UTP (Par Trenzado no blindado).

Mediante el uso de una solución de conversión Ethernet a fibra, será posible utilizar cable de fibra óptica para ampliar este enlace y cubrir mayor distancia.

Ávila y Tolentino (2018, p.78)

2.3.11 PATCH CORDS CAT. 6A

Es el cable utilizado para la conexión del Patch Panel con algún equipo de comunicaciones ubicado en el gabinete de comunicaciones. Debe cumplir con las siguientes características:

- Confeccionado por cable de cobre Sólido Unshield Twisted Pair con un plug RJ45.
- Confeccionado y certificado íntegramente por el fabricante.
- La longitud del Patch Panel debe ser al menos de 1 metro y no mayor de 3 metros.

Ávila y Tolentino (2018, p.66)

2.3.12 PIGTAIL

Es un cable formado por un cordón corto de fibra, un conector en uno de los extremos que sirve de interfaz con los equipos y fibra descubierta en el otro extremo para ser empalmado a la fibra del cable principal.

En el extremo descubierto del cable pigtail se pela el revestimiento de color (recubrimiento) y se fusiona o empalma con una fibra o con una multifibra troncal.

Los conectores pueden ser hembras o macho. Los conectores hembra pueden ser montados en la ODF, generalmente en pares, aunque también hay soluciones de una sola fibra, para permitir que se conecten los puntos de terminación a otra fibra. O de modo alternativo también pueden ser conectores machos y conectarse directamente dentro del módulo óptico de fibra óptica.

Ávila y Tolentino (2018, p.77)

2.3.13 Streaming

Considerada transmisión por secuencias, descarga continua, difusión en continuo; Es la distribución digital de contenido multimedia a través de una red de computadoras de manera que el usuario utiliza el producto a la vez que se descarga.

Alcívar (2017, p.41)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL OBJETIVO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA

3.1 MODELO DE SOLUCIÓN DE PROPUESTO

3.1.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA ZONA DONDE SE VA A LLEVAR A CABO TRABAJOS DEL TENDIDO DE LA FIBRA ÓPTICA

Primero se ubicó con las coordenadas exactas del punto donde se realizó el estudio de factibilidad.

Siendo las coordenadas (-12.2133775,-76.9326818)

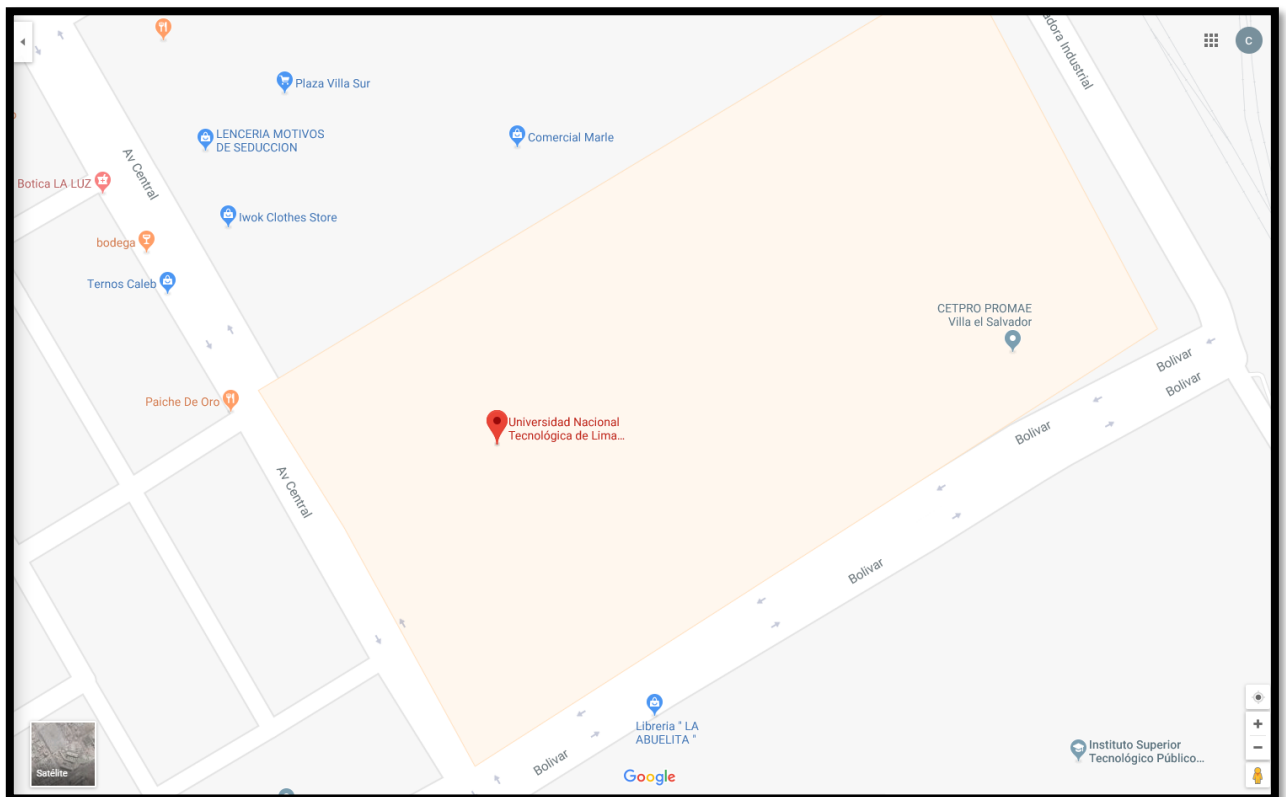


Figura 3.1 Ubicación con Google Maps de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur

El siguiente paso fue ubicar que tan cerca se encuentra el ISP del proveedor de internet y que infraestructura se va a utilizar respetando las normas dadas por el MTC (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones)

El estudio de factibilidad técnica se realizó con los Software AutoCad y Google Earth, con estos aplicativos se tiene ordenada la planta catastro para futuros clientes.



Figura 3.2 Vista en Google Earth de planta del proveedor (Fuente Propia, 2019)

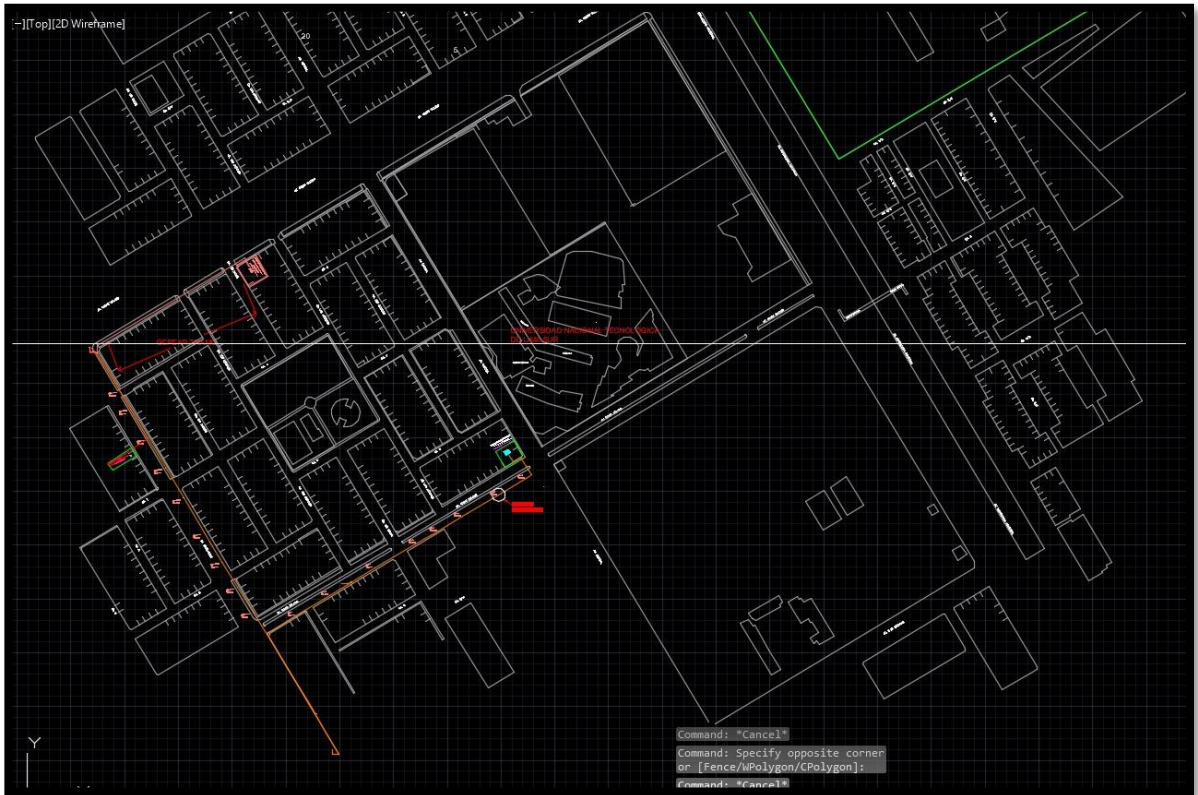


Figura 3.3
Vista de planta en AutoCad (Fuente propia, 2019)

Con estas dos herramientas se realizó un estudio de factibilidad técnica al cliente para darle un costo aproximado de cuanto le costaría la implementación del servicio de fibra óptica para su sede.

Una vez que se obtuvo el costo de implementación de la factibilidad técnica, el asesor comercial se encargó de enviar la propuesta a licitación para el cambio de proveedor de la universidad.

SOLICITUD DE PRE-FACTIBILIDAD N° 034-2018/IC/ON

DATOS DEL CLIENTE :

Fecha : 13/08/2018
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLOGICA DE LIMA SUR - UNTELS
 Nro R.U.C : 20502245032
 Dirección Principal : AV.REVOLUCION SIN SECTOR 3 GP 10 MZ M LOTE 17 - Villa el Salvador -
 Contacto : **Dennis Barrientos** E-mail : dbarrientos@untels.edu.pe
 Cargo : Gerente de Sistemas Telefonos : 7158878 / 7158878 / 997382964
 Comercial : **ichumo** Operador : **ccastro**

DATOS ADICIONALES :

Callcenter Codec : Cabina
 VPN Tipo : VideoConferencia
 IPs Publicas : 4 Firewall/Proxy
 Nro de Usuarios : 1-10

PLAN HOSTING :
 Equipos Especiales:

SERVICIOS :

1AV. BOLIVAR MZ. A LT. 3 OTRO SECTOR 3, VILLA EL SALVADOR, LIMA, LIMA (Local: propio - CONSTRUIDO) (ver mapa)

INTERNET	200 Mbps	✓ Fibra Optica	
Programación de Instalacion	Nodo de Inicio	Tipo de Instalacion	Costo Inst.(\$)
35 Dias	Nodo VESalvador - Produce	750 METROS DE F.O + 6 POSTES DE CONCRETO	3600.00

OBSERVACIONES [Agregar Observacion](#)

ccastro 2018-08-14 17:34 : Se considera ingreso aéreo si cliente lo permite, caso contrario costos y tiempo varían.
ccastro 2018-08-14 17:33 : Se realiza factibilidad según nombre de universidad (no se enviaron coordenadas).

Figura 3.4 Respuesta de factibilidad (Cliente: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur)

Fuente: Proveedor de Internet, 2018

3.2 DISEÑO DE ENLACE DE FIBRA OPTICA ENTRE NODO-CLIENTE

Para el diseño de fibra óptica se necesitó validar la ruta más óptima desde el nodo proveedor hasta la Universidad Nacional tecnológica de Lima Sur, para lo cual se necesitó de una visita de inspección técnica, en lo cual el analista de campo midió los metros de fibra óptica que se requiere; en un estudio de campo se logró tener una vista más real y actualizada de los postes de concreto de alumbrado público que

se encuentran en buenas condiciones para el uso del tendido de fibra óptica, necesariamente se realizó la inspección técnica debido a que en el estudio de factibilidad técnica al utilizar el Google Earth, las fotografías datan del año 2013 y 2015.

De no hallar al momento de la inspección los postes de alumbrado público óptimos, el analista de campo podrá proyectar postes de concreto de 09 metros a una distancia de 50 metros aproximadamente, para tener una medida exacta de la cantidad de fibra óptica, el analista deberá contar con una rola de medición y otras herramientas que le faciliten el levantamiento de información a nivel de campo. Para realizar un correcto tendido de fibra óptica, respetando los parámetros para la instalación, el proceso se inicia con una visita de inspección técnica, la asignación y fusión de los hilos de fibra óptica, permisos de la municipalidad para la ejecución de las obras civiles si lo requiere el estudio a nivel de campo, detallaremos el proceso a continuación:

3.2.1 GESTIÓN DEL PROYECTO

Se elaboró un cronograma (ver tabla 3.1) de los trabajos para exponer los tiempos de dedicación previsto para lograr el alcance de estos trabajos, también para llevar una buena gestión del proyecto se elabora un Diagrama de Gantt (ver figura 3.13)

Actividades	Fecha de Inicio	Duración	Fecha de Termino
Visita de inspección técnica	3-Feb	2	5-Feb
Elaboración de informe	5-Feb	3	8-Feb
Elaboración de planos y expedient	8-Feb	2	10-Feb
Permisos municipales	10-Feb	19	1-Mar
Plantado de postes	1-Mar	5	6-Mar
Canalizado	6-Mar	5	11-Mar
Tendido de Fibra Óptica externa	11-Mar	4	15-Mar
Tendido de Fibra Óptica interna	15-Mar	3	18-Mar
Pruebas y mediciones	18-Mar	1	19-Mar
Configuración de equipos	20-Mar	2	21-Mar
Brindar alta operativa	21-Mar	1	22-Mar

Tabla 3.1 Cronograma de actividades a realizar
Fuente: Elaboración propia, 2019

3.2.2 VISITA DE INSPECCIÓN TÉCNICA:

Una vez que el cliente adquirió los servicios de fibra óptica del proveedor, fue necesario programar con él una visita técnica para realizar el estudio de manera externa e interna del recorrido de la fibra óptica desde el nodo hacia su gabinete. La persona encargada de la visita cuenta con la experiencia en el diseño del tendido de la fibra óptica, de los parámetros a utilizar, de los postes que debe y no debe usar, la distancia de a cada cuanto metro se instala un poste del otro, de buscar el óptimo para el diseño, el analista de campo necesitó los siguientes documentos y herramientas:

- PLANOS

Un analista de diseño le brindó un documento en formato CAD con las calles y avenidas por donde recorre fibra óptica ya instalada por el proveedor o por donde podría recorrer, el plano enviado contiene la ubicación del nodo del proveedor y la universidad para el análisis.

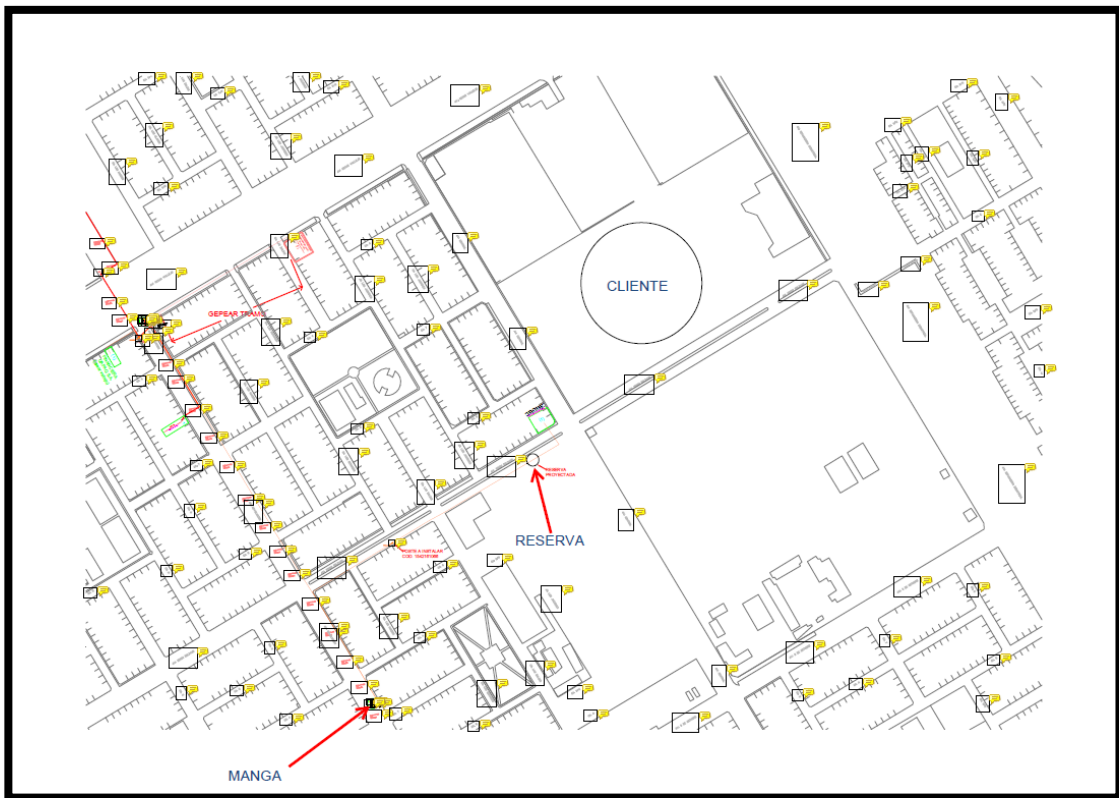


Figura 3.5 Plano CAD
Fuente: Proveedor de internet, 2019

- ACTA DE VISITA DE INSPECCIÓN TÉCNICA

El presente documento contiene datos a llenar por el analista de campo al momento que realizó la inspección técnica, el contacto de la universidad firmó estando conforme con los datos llenados en ella, conteniendo el tipo de trabajos a realizar en su predio, ancho de banda, cantidad de fibra utilizada desde el

acceso hasta su gabinete. Tener en cuenta que los datos llenados por el analista solo tienen que indicar los trabajos realizados dentro del predio del cliente.

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN Nº 006794

OPTICAL NETWORKS

DATOS DEL CLIENTE				DATOS DE LA EDIFICACION			
NOMBRE DEL CLIENTE: Universidad Nacional Tecnológica de Lima				NOMBRE DEL CLIENTE: 23575			
DIRECCION DEL CLIENTE: Sector 3 Grupo LA, VES				CANTIDAD DE PISO: 4			
CONTACTO: Juan Trejillo				TIPO DE EDIFICACION:			
TELEFONO: 970 459 996				PERMISO:			
ADMINISTRADOR:				COORDENADAS:			
TELEFONO:				ADMINISTRADOR:			
SUR DE MANTTO:				TELEFONO:			
TELEFONO:				EMAIL:			

FECHA: 08/11/18

DATOS DE LA IMPLEMENTACION							
Tipo de Servicio	Internet	<input checked="" type="checkbox"/>	L2L	Ultima Milla	Telefonia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fibra Oscura	<input type="checkbox"/>	Cableado	Otros Servicios		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medio del Servicio	Wireless	<input type="checkbox"/>	Fibra Optica			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soporte para Radio	Torre	<input type="checkbox"/>	Postestal	Mastil	Bravo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema de Energia	220 VDC Disponible	<input type="checkbox"/>	SI	NO	Sistema de Protección	Piso Tierra	Valor (Ohm):
	UPS	<input type="checkbox"/>	SI	NO	Pararrayos	Longitud del cable:	
	Rack	<input type="checkbox"/>	SI	NO	Tipo:	Altura (m):	

INSTALACION DE FIBRA OPTICA			OBSERVACIONES:	
Cant. Poste Optical	Buena	Mala	<p><i>Nota: Ingresos de por ma. aéreo y se usará recorrido por los pasillos de la universidad hasta llegar a pabellón B donde se usará recorrido hasta llegar a perforación proyectada que se realizará para que fibra pueda ingresar a oficina / data center y llegar hasta gabinete de cliente. Nota: Para el ingreso se utilizará punto existente de universidad.</i></p>	
Cant. Poste Luz C"	Buena	Mala		
Cant. Poste Luz Med.	Buena	Mala		
Cant. Poste Otros	Buena	Mala		
Cant. F. Opt. Exterior		Cajas de Paso		
Cant. F. Opt. Interior		Bandeja de Empalmes		
Cant. De F.O. Hts de 6 H		Power Bar		
Cant. Corrugado		Gabinete / Bracket		
Cant. Carasetas		Bandeja		
Cant. Tubo PVC				

INSTALACION DE WIRELESS			
Cuerpo Torre Exist.	Buena	Mala	
Cuerpo Torre Nueva			
Cant. UTP Cat 5E	Certificado	SI	NO
Cant. UTP Cat 6	Certificado	SI	NO
Cant. Conector			
Gabinete / Bracket		Power Bar	
Cant. Corrugado		Bases de Concreto	
Cant. Carasetas		Cables de Acero	
Cant. Tubo PVC		Anillos	

[Firma]

FIRMA DEL CLIENTE
Nombre: Juan Trejillo
DNI: 8216529

[Firma]

OPTICAL NETWORKS
Nombre: Christian Fajardo Vergara
DNI: 7397668

Figura 3.6 Acta de visita técnica
Fuente: Proveedor de Internet, 2018

- ROLA MÉTRICA

Es un instrumento necesario para el analista de campo debido a que sirvió para tener una medición exacta la fibra óptica a utilizar, tanto en tendido externo como interno, también sirve para la proyección de postes a la distancia estipulada de 50 metros aproximadamente y la cantidad total de canalizado proyectado si el caso lo requiriera.



Figura 3.7 Rola Métrica
Fuente Proveedor de internet, 2019

- CÁMARA FOTOGRÁFICA

El uso de la cámara fotográfica es muy importante para la elaboración del informe de inspección técnica.

- EPP'S

El personal de instalaciones contó con los EPP's en buenas condiciones.

De acuerdo con la norma internacional ISO 45001 para el desarrollo de una buena gestión de seguridad y salud laboral el personal de toda empresa debe contar con sus EPP's en buen estado con la finalidad de disminuir el índice de lesiones, enfermedades y muertes relacionadas con el trabajo, para motivar e involucrar a los empleados mediante consultas y participación aumentando la conciencia y cultura.



Figura 3.8 Equipos de Protección Personal (EPP)

Fuente:

https://www.google.com.pe/search?q=epp+equipo+de+proteccion+personal&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwilw5KXtrrhAhUp2FkKHQxoB5UQ_AUIDigB&biw=1920&bih=937#imgrc=m9RGJ51qE09S1M:

3.2.3 ELABORACION DEL INFORME DE INSPECCION TECNICA

3.2.3.1 REPORTE FOTOGRAFICO

El presente reporte debe iniciar desde la última manga, mufa o bandeja que se proyecta o existe cerca al predio del cliente en este caso la universidad. Ver figura 3.9, se debe tomar fotografías secuenciales del recorrido de la fibra óptica desde la manga hasta el gabinete del cliente.



Figura 3.9 Manga de proveedor de internet
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.10 se puede observar que la fibra óptica ingresó a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur de manera canalizada (subterránea), ya que cuenta con ductos y cámaras que pueden ser utilizadas por el proveedor para el

tendido de la fibra óptica, desde el poste proyectado hasta el canalizado existe una distancia de 25 metros.



Figura 3.10 Proyección de canalizado para ingreso a universidad
Fuente: Elaboración propia, 2019

3.2.3.2 PLANO DE DISEÑO DE PLANTA EXTERNA E INTERNA

En este documento se brindó la información completa de la planta externa, es decir, un diseño externo total por donde se desplegó la fibra óptica desde el nodo del proveedor hasta la universidad.

Este documento también contiene datos de la instalación externa, como los metros de fibra óptica que se van a utilizar para el tendido externo y la cantidad de cajas de empalme para sus respectivas fusiones.

3.2.4 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS

De acuerdo con las características del enlace, la UIT-T elaboró la recomendación G. 959.1: “Interfaz de capa física de red de óptica de transporte, para el establecimiento de los parámetros técnicos requeridos por los equipos que formaran parte del enlace”.

La recomendación UIT-T G. 959.1 tiene la interfaz 2.5 Gbps para el enlace monomodo, para este diseño propuesto trabajaremos con una fibra que cumpla con la recomendación G. 652.D la cual puede operar satisfactoriamente sobre la segunda (1310nm) y tercera (1550nm) ventana de transmisión.

La distancia para nuestro enlace es media, por lo que utilizaremos una fibra con una transmisión en 1310nm ya que será suficiente para satisfacer las necesidades de este diseño. No se necesitará amplificadores ópticos intermedios, además de estos, en su mayoría trabajan en la tercera ventana, lo que obligaría a que la transmisión se realice sobre 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 3.2.

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 límite superior de longitud de onda	ps/nm	± 140
Máxima potencia de entrada	dBm	0
Sensibilidad mínima	dBm	-26
VER	-	10^{-12}

Tabla 3.2 Especificaciones técnicas de la interfaz óptica P1S1-1D1 de la recomendación UIT-T

Fuente: E. Mallama Narváez, Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la sub-estación Jamondino y el centro local de control de cedenar S.A. E.S.P, 2013

3.2.5 CÁLCULOS GENERALES PARA EL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA

Para generar un enlace de fibra óptica correctamente dimensionado se cumplió la siguiente relación que incluye todos los parámetros que influyen en la atenuación total del enlace: (Ver figura 3.11)

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

Donde:

- 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)
- P_R = Potencia de recepción mínima (dBm)

Figura 3.11 Potencia de Recepción Mínima

Fuente: E. Mallama Narváez, Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la sub-estación Jamondino y el centro local de control de cedonar S.A. E.S.P, 2013

Para los extremos del enlace se usaron conectores LC que son los empleados generalmente para la transmisión de datos, los cuales introducen pérdidas de 0.4 dB cada uno. Cabe señalar que para cada extremo del enlace se cuenta con cable patch cord, el cual sirvió para la conexión con los equipos activos del sistema, por lo tanto, para el enlace se tiene la existencia de 2 conectores.

El margen de reserva para los equipos por envejecimiento y condiciones ambientales está en el orden de 0.1 a 0.6 dB/Km, se tomará como referencia para el cálculo el valor de 0.6 dB/Km para el margen de reserva que constituye el peor de los casos. Y el margen de seguridad para los cables debido a futuras reparaciones está entre 1 y

2 dB. Como la distancia del enlace requerido es de 2.5 kilómetros aproximadamente en su mayoría van a presentarse atenuaciones en el orden de los 2 a 3 dB.

En la actualidad, cuando se requiere la inclusión de empalmes a lo largo del trayecto de la fibra se utiliza la técnica de fusión, la cual incluye pérdidas de 0.3 dB. Cuando este es el caso, se debe incluir elementos de encapsulado, los cuales protegen a los empalmes de los esfuerzos y de la contaminación.

Ahora bien, la distancia que recorrió la fibra óptica fue de 3.0 km y se utilizó 5 empalmes ya que se instalaron 4 mufas o cajas de empalme, entonces para el cálculo de la atenuación se tiene:

$$\begin{aligned}
 & PT - n * \alpha C - \alpha * D - \alpha e * Ne - MC - Me \geq PR \\
 & -5(dBm) - 2 * 0.5(dB) - 0.4 * 3(km) - 0.3(dB) * 4 - 2(dB) - 3(dB) \geq -26(dBm) \\
 & \quad \quad \quad -13.2(dBm) \geq -26(dBm) \\
 & \quad \quad \quad -13.7(dBm) \geq -26(dBm)
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, al ser la potencia recibida mayor que la sensibilidad del receptor, el enlace fue satisfactorio.

Para nuestro proyecto utilizamos un cable de fibra óptica en el rango de los 1310nm de longitud de onda, cuyo coeficiente de dispersión cromática posee valores de 4 o 5 *psnm. Km*/. De acuerdo a la norma G562.D, el máximo valor para el coeficiente de dispersión cromática es de 5.3 *psnm. Km*/. Ahora de acuerdo con la recomendación de la UIT-T G.959.1 se utilizó fuentes de láser de 5nm para aumentar el ancho de banda del enlace.

$$AB = 0.5/D * WC * \Delta\lambda$$

Donde:

- *D* = Distancia del enlace (Km)
- *WC* = Coeficiente de dispersión cromática de la fibra óptica (*psnm.Km*)

- $\Delta\lambda$ = Ancho espectral del láser (nm)

Reemplazando datos tenemos la siguiente ecuación. $AB=0.5/3(km)*5.3(psnm. Km)$
 $*5(nm)$

$$AB=6.3Mhz$$

Este valor es teóricamente, el ancho de banda que se dispuso para el enlace bajo las condiciones de infraestructura y planificación de la red. Cabe mencionar que el cálculo efectuado tiene que ver con el ancho de banda que se dispuso en el enlace y no con el ancho de banda requerido.

3.2.6 CUADRO DE EMPALMES DESDE EL NODO HACIA LA UNIVERSIDAD

En esta parte del diseño se analizó las fusiones que se realizaron en la instalación para brindar el servicio, para este diseño fue necesario instalar mangas o también conocido como mufas, la instalación de las mangas ayudó a tener una mejor infraestructura de red hacia la universidad. (Ver figura 3.12).

Esta asignación consistió en la instalación de una fibra monomodo de 96 hilos del cual saldrá del nodo proveedor hacia la empresa, en el recorrido se instaló otras mangas las cuales se fusionaron con otras fibras ópticas para poder realizar el nuevo enlace para la Universidad Nacional tecnológica de Lima Sur.

CUADRO DE EMPALMES													
CLIENTE UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR - UNTELS							CODIGO OT 075210-2018						
DIRECCION AV. BOLIVAR MZ. A LT. 3 OTRO SECTOR 3, VILLA EL SALVADOR, LIMA							CIRCUITO BOLIVAR A.3 - INT - 200 Mbps						
NODO		CALLE S/N CERCA AL NODO OASIS		REVOLUCION // LOMAS		REVOLUCION // CERCA UNIVERSITARIA		REVOLUCION // TALARA		AV. REVOLUCION // CALLE 27		REVOLUCION // COLEGIO FE Y ALEGRIA	
OASIS		MONDRAGON		MONDRAGON		MONDRAGON		MONDRAGON		MONDRAGON		MONDRAGON	
PATCH PANEL 2		OP-128H-017498-M552		OP-128H-017498-M813		OP-128H-017498-M1064		OP 128H-017498-M1065		(OP-64H-017498-M1700)		(OP-128H-000121-M20)	
PUERTOS		96H		48H		48H		48H		48H		48H	
62 SC/SC		62 F.O.-A 14		14 F.O.-A 16 F.O.-B		16 F.O.-A 35 F.O.-B		35 F.O.-A 42 F.O.-B		42 F.O.-A 42 F.O.-B		42 F.O.-A 42 F.O.-B	
		FUSION 1		FUSION 1		FUSION 1		FUSION 1		EXISTENTE		FUSION 1	
AV. REVOLUCION 15834		AV. CENTRAL / AV. SIMON BOLIVAR		UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR - UNTELS									
ZTT		BANDEJA		OTS CLIENTE									
		CAMBIADO A MONDRAGON OT75210		DATA CENTER									
F.O.-A F.O.-B		48H		12H		F.O.-A F.O.-B		F.O.-A F.O.-B		F.O.-A F.O.-B		F.O.-A F.O.-B	
42 4		4 1		NUEVO 450 m		1							
FUSION 1		FUSION 1		FUSION 1		EXISTENTE		EXISTENTE		EXISTENTE		EXISTENTE	
OBSERVACIONES													
PROVISION DIRECTA							TOTAL:						
EMPEZAR DESDE EL NODO PARA VALIDAR DISPONIBILIDAD DE PUERTO							FUSIONES 8						
							PREPACION DE CABLE						
							MANIPULACIONES						
							INST. MANGA						
							ELABORADO POR:						
							FECHA: 8/02/2019						

FIGURA 3.12 Cuadro de empalmes
Fuente: Proveedor de Internet, 2019

3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL ENLACE A TRAVÉS DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA RED DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

3.3.1 REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación se necesitó los siguientes materiales:

- 340 metros de fibra óptica interna. (Primer buzón de la universidad hasta su data center)
- 150 metros de fibra óptica interna. (Desde bandeja convertida en manga hasta primer buzón de la universidad)

- 2200 metros de fibra óptica desde el nodo proveedor hasta bandeja frente a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- 7 metros de canalizado externo. (Desde poste proyectado hasta primer buzón de cliente)
- 31 metros de canalizado interno.
- 1 poste de concreto de 09 metros.
- 1 manga para instalar.
- 1 buzón o cámara
- 5 metros de tubo corrugado.
- 1 bandeja para equipos.
- 67 metros de cable acometida. (Para devanado o medio tramo)

Una vez culminado el diseño, la propuesta fue enviada a un área de obras civiles, para que puedan verificar y realizar planos, expedientes y después de ello gestionar los permisos municipales, en este caso a la Municipalidad de Villa el Salvador para la ejecución de las obras de plantado de poste y canalizado hacia la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

3.3.2 INSTALACIÓN DE POSTES

Los postes son el principal camino para el tendido de fibra óptica, en ellos se apoya el cable a instalar de manera aérea. Ver figura 3.13

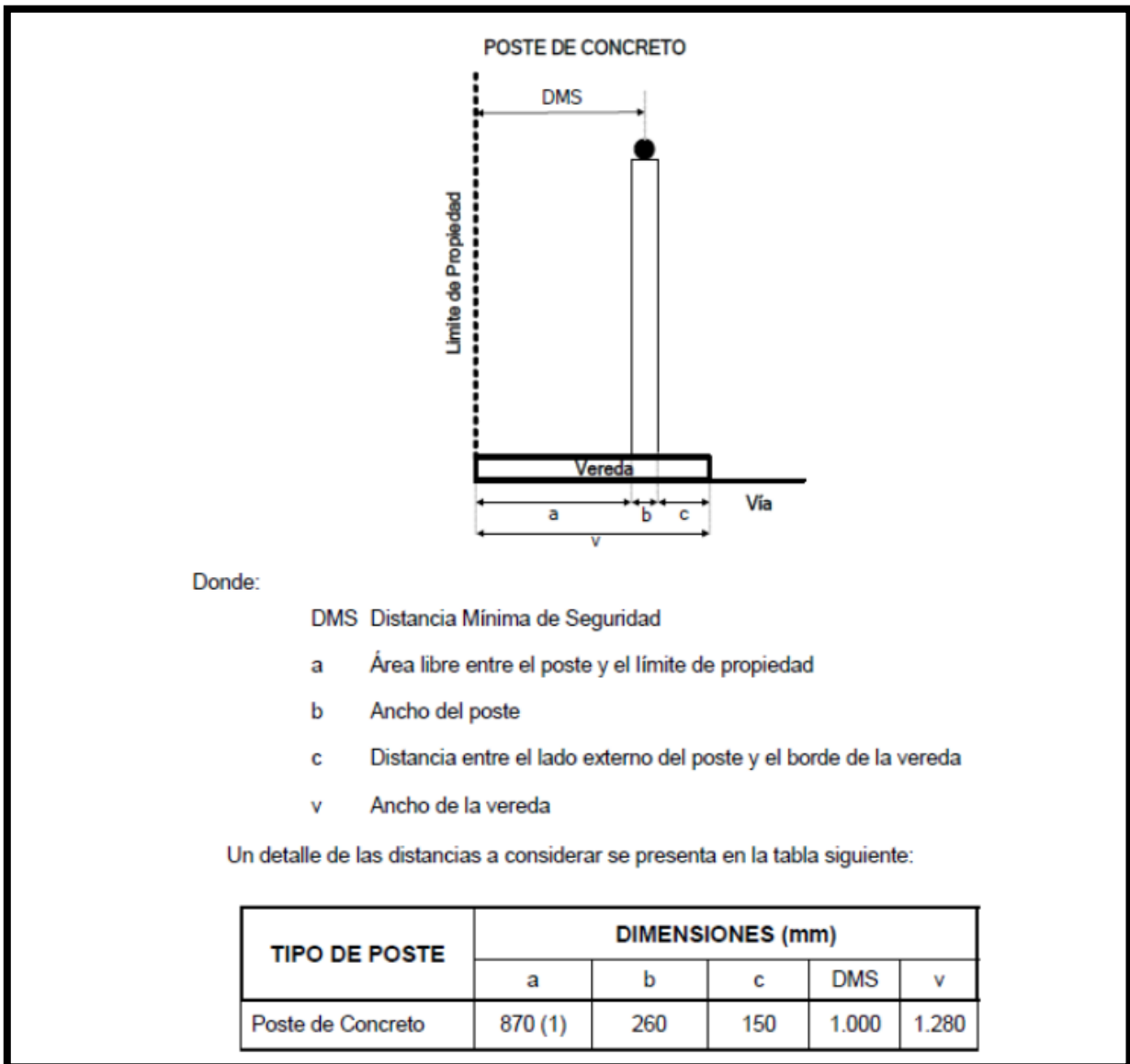


Figura 3.13 Instalación de poste de concreto de 09 metros
Fuente: Proveedor de internet, 2014

Tener en cuenta:

- (1) Este valor se ha determinado considerando que la DMS se debe garantizar en eje del poste donde se fija el conductor, dado que el poste de concreto no puede trabajar en torción. El valor para considerar resulta de aplicar la siguiente expresión: $a = DMS - B / 2$

Estos postes serán instalados entre sí con una separación de 50 metros por normativa de las telecomunicaciones, estos postes son diferenciados del resto de los operadores que brindan servicio de internet mediante el color anaranjado de la cabeza de este. Ver figura 3.14

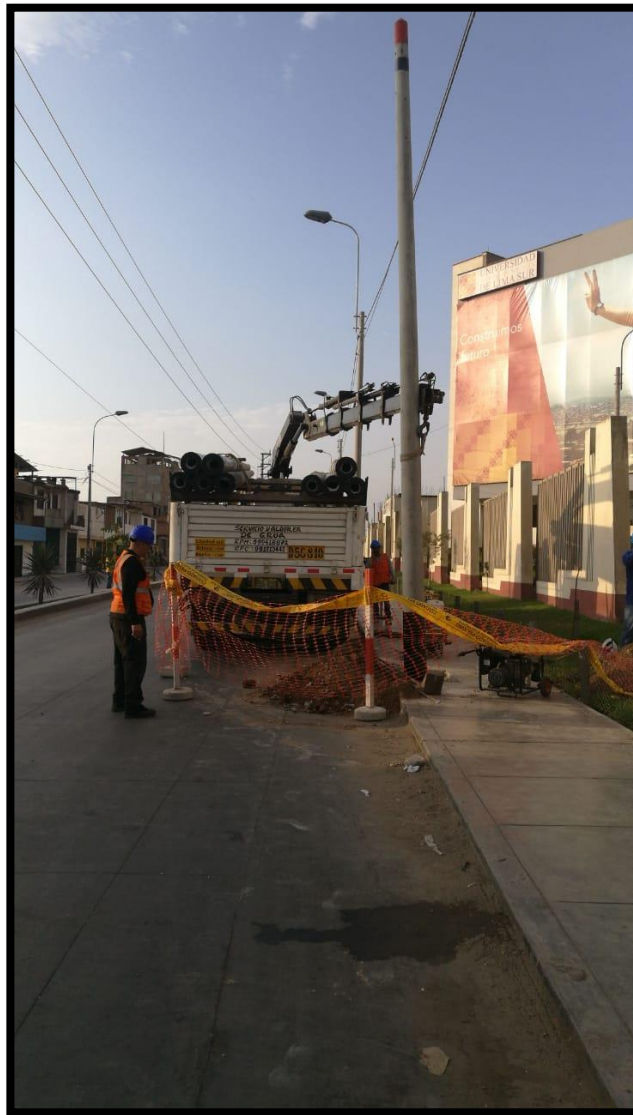


Figura 3.14 Poste instalado de proveedor de internet
Fuente: Proveedor de internet, 2019

3.3.3 CANALIZADO

Es una red de ductos que sirven para enlazar dos o más cámaras entre sí, en este caso permiten el paso de la fibra óptica de manera subterránea. Este trabajo se realizará para el acceso a la universidad debido a que cuentan con buzones y ductos internos que se comunican entre sí, aprovechando estos, se proyecta un canalizado para la intersección de los buzones y poder realizar el despliegue de la fibra óptica por los interiores de la universidad y así poder llegar a su gabinete. (Ver figura 3.15)

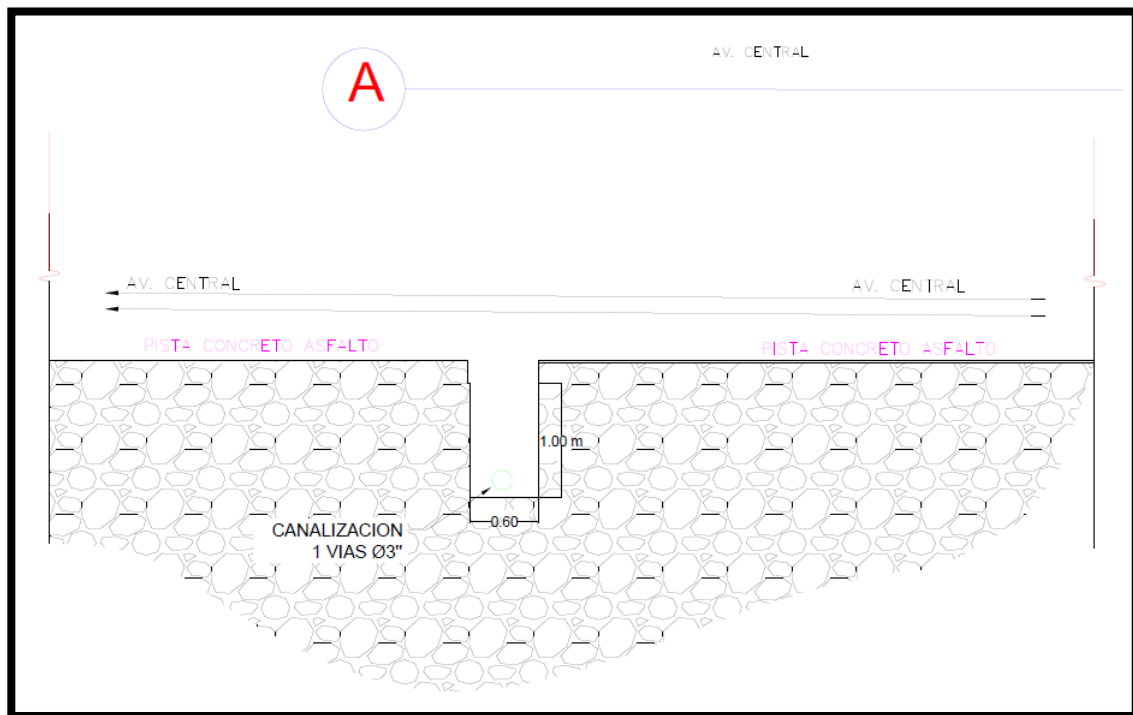


Figura 3.15 Canalizado
Fuente: Proveedor de internet, 2019

3.3.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBRAS CIVILES

A continuación, detallaremos en esta parte del proyecto a la explicación de los trabajos de obras civiles desde la última manga de empalme y más cercana a la universidad hasta la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, en primer lugar, se tiene que contar con un plano de acceso hacia la universidad (ver figura 3.16).

Una vez que ya se cuenta con dichos planos se realizan los expedientes que son llevados en conjunto con los mismos hacia la Municipalidad del distrito, en este caso la Municipalidad de Villa el Salvador para que nos brinde su aprobación y poder ejecutar los trabajos de obras civiles.

En los expedientes tiene que ir detallado lo siguiente:

- Cantidad de postes a instalar y distancia de metros a canalizar.
- Hora, fecha de inicio y culminación de las obras.
- SCTR (Seguro Complementario de Trabajos de Riesgo) del personal que realizará los trabajos.

La municipalidad es la encargada de brindar los permisos necesarios para que estos trabajos se puedan realizar por el personal que brindará el servicio de fibra óptica hacia la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

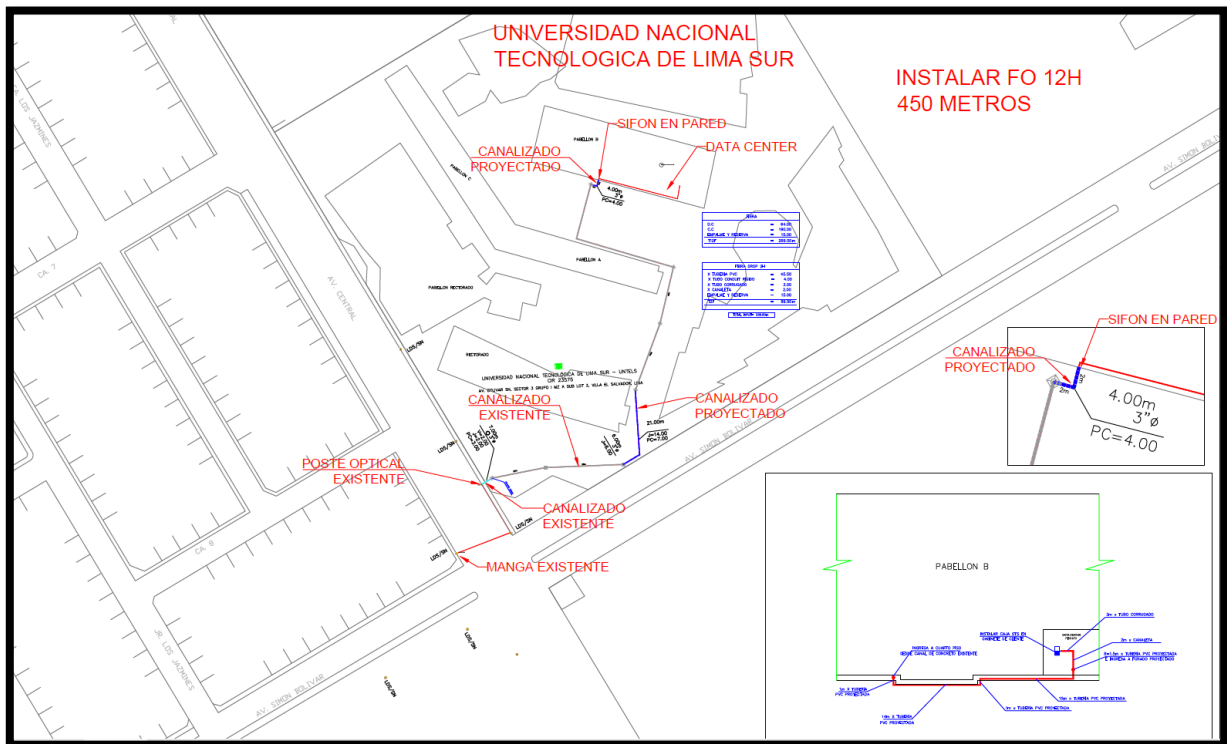


Figura 3.16 Plano de acceso hacia la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur

Fuente: Proveedor de internet, 2019

Los trabajos empiezan con el plantado del último poste que se instaló cerca de la universidad (Ver figura 3.17). Luego de ello se realizó el canalizado para interceptar el buzón de telecomunicaciones de la universidad. Se detallan los trabajos:

- Plantado del último poste hacia la universidad.

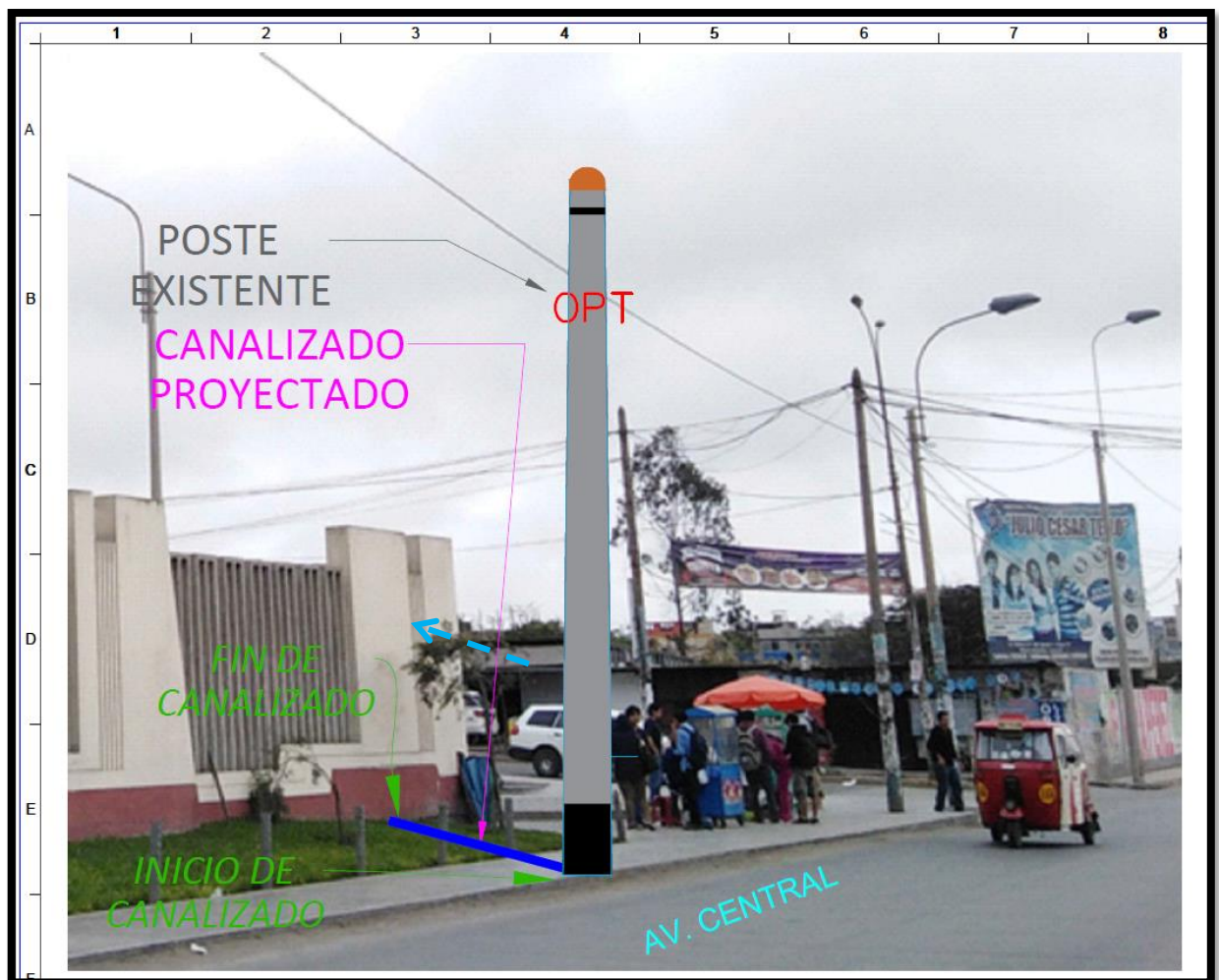


Figura 3.17 Poste proyectado fuera de la universidad

Fuente: Proveedor de internet, 2019

- Luego de la instalación de los postes, se continuó con el canalizado hacia el buzón de comunicaciones de la universidad, para ello se tuvo que romper el

piso en forma de una zanja con un ancho de 50 cm y una altura de 90 cm. (ver figura 3.18 y 3.19)



Figura 3.18 Inicio de canalizado
Fuente: Elaboración propia, 2019

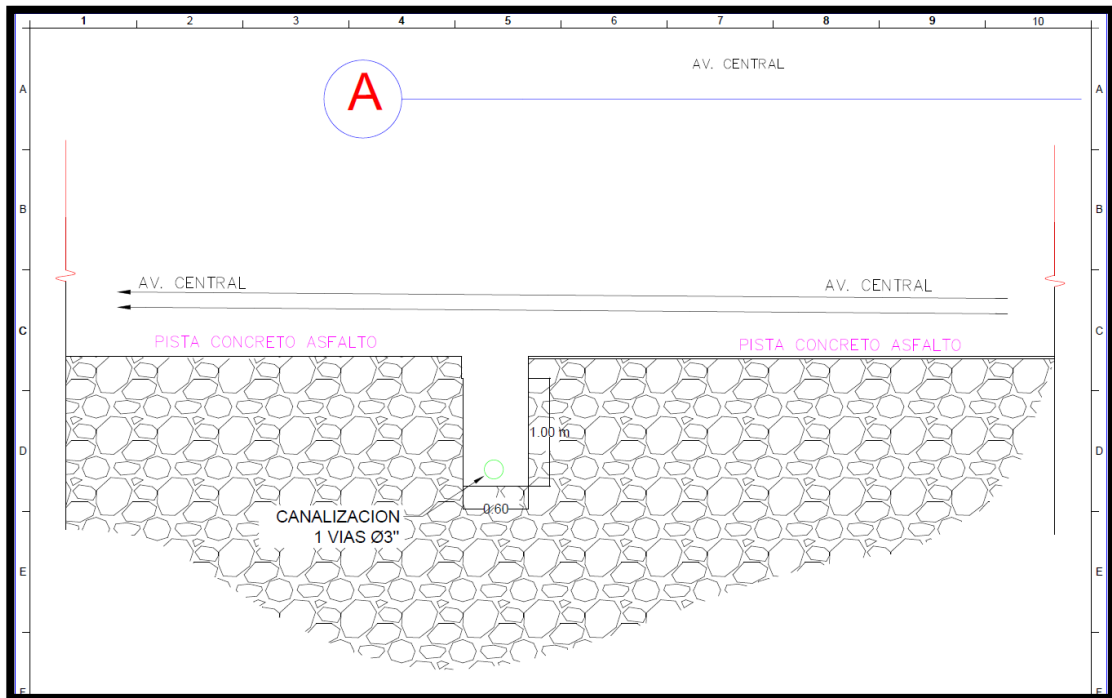


Figura 3.19

Canalizado Proyectoado para ingreso a universidad
 Fuente: Proveedor de internet, 2019

- Luego de crear la zanja y retirar la tierra cumpliendo con las medidas solicitadas líneas arriba se instaló un sifón el cual servirá para que el tendido de la fibra baje por el poste de forma aérea hacia el canalizado construido.
- Luego de instalar el sifón para el recorrido de la fibra se instaló un tubo de 3 pulgadas en el canalizado realizado para que el recorrido de la fibra óptica llegue hasta la cámara de la universidad (ver figura 3.20) y luego seguir por el canalizado existente dentro de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

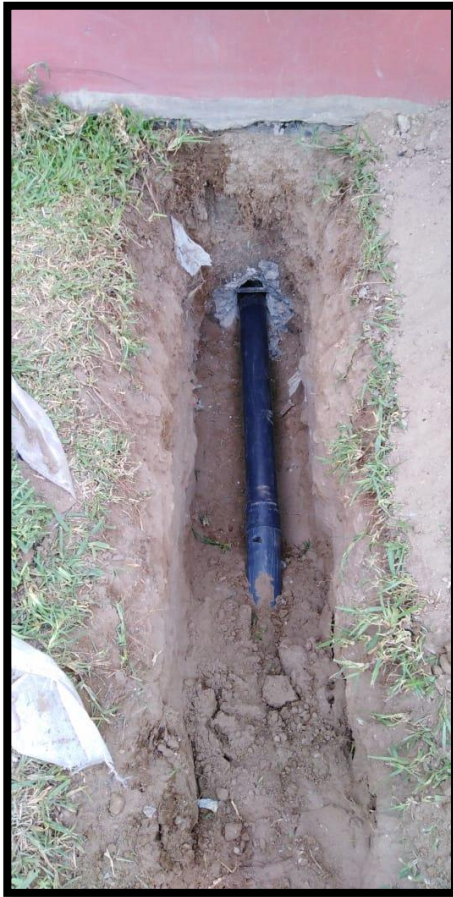


Figura 3.20 Instalación de tubo de 3 pulgadas
Fuente: Proveedor de internet, 2019

Una vez culminados los trabajos de obras civiles se repone la tierra extraída y se deja el área tal y como se encontró al comienzo. (Ver figura 3.21)

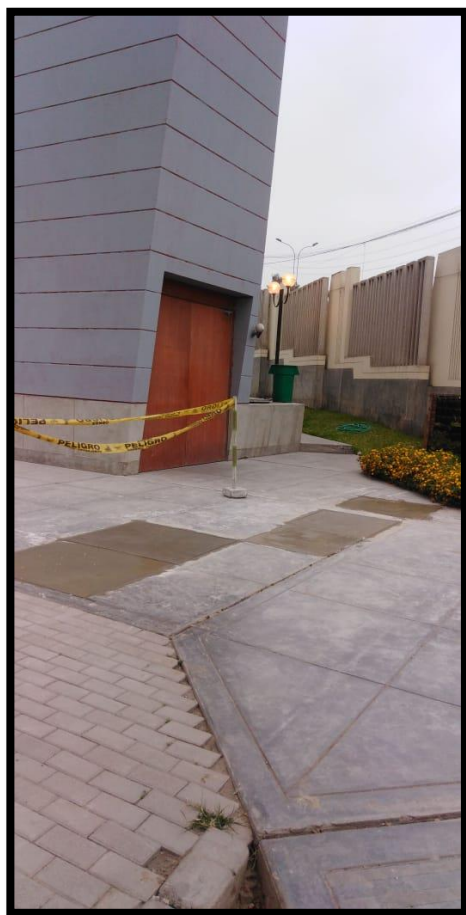


Figura 3.21 Culminación de canalizado
Fuente: Proveedor de internet, 2019

3.3.5 DESPLIEGUE DE LA FIBRA OPTICA

Una vez culminado los trabajos de obras civiles, el presente proyecto fue derivado al área de instalaciones para una coordinación con la persona encargada de la Universidad para el tendido de la fibra óptica.

Los trabajos se realizaron desde la última manga que se encontró cerca de la universidad hasta la ubicación del gabinete de la universidad.

A continuación, se detallan los trabajos de despliegue de tendido de fibra óptica para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur:

1. Se instaló una fibra óptica de 12 hilos para el tendido, este tipo de fibra es muy usada para tendidos en interiores y tramos cortos debido a que es sencilla su manipulación. La fibra parte desde la manga protegida con su pigtail, puesto que es utilizado en la manga para la protección de la fibra óptica y sigue su recorrido de manera aérea hasta llega a poste de proveedor instalado. (Ver figura 3.22)



Figura 3.22

Inicio de recorrido de la fibra (Manga-Universidad)
Fuente: Proveedor de internet, 2019

2. La fibra llegó al poste del proveedor para luego descender por sifón y llega por el canalizado hasta cámara dentro de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. (Ver figura 3.23)



Figura 3.23 Fibra óptica llega a poste de proveedor de internet y desciende por sifón

Fuente: Proveedor de internet, 2019

Fibra Óptica ingresó por canalizado hasta cámara de la universidad para luego seguir recorrido dentro de la universidad por buzones o cámaras existentes. (Ver figura 3.24)



Figura 3.24

Fibra óptica ingresó a universidad por canalizado hasta buzones existentes
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.24 se observa que la fibra continuó por canalizado existente dentro la universidad.



Figura 3.25

Fibra óptica recorre por buzones dentro de la universidad
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.26 observamos que la fibra óptica siguió el recorrido por estacionamiento 1 mediante los buzones existentes.

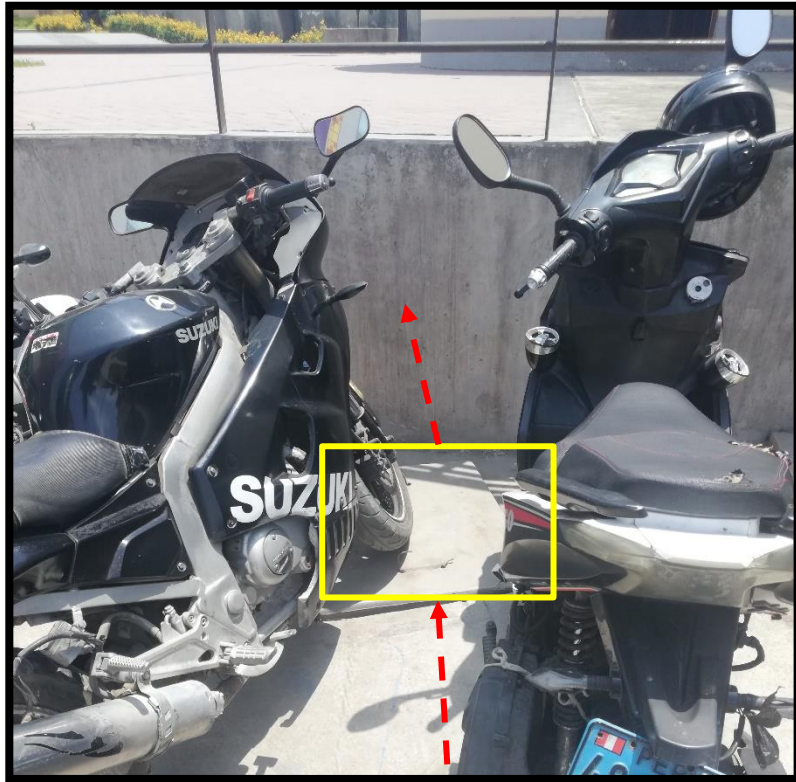


Figura 3.26 Fibra óptica recorrió por estacionamiento 1 mediante buzones existentes

Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.27 logramos observar un buzón de la universidad, sin embargo, no tiene continuidad con el siguiente buzón, por lo cual se realizó un canalizado de 31 metros en una parte jardín y otra vereda.



Figura 3.27 Fibra óptica llegó a buzón donde no tiene continuidad con el siguiente y se proyectó canalizado, donde la flecha color azul es canalizado y rojo es el recorrido de la fibra

Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.28 la fibra óptica siguió recorrido por canalizado que se proyectó hasta llegar a buzón número 4 de la universidad.



Figura 3.28 Fibra óptica llegó a buzón número 4 mediante canalizado proyectado.
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.29 se observa que la fibra óptica continuó por el buzón 4 hasta llegar al buzón 5 dentro de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.



Figura 3.29 Fibra óptica llegó a buzón número 5 mediante canalizado proyectado
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.30 logramos observar que la fibra continuó su recorrido por los
buzones dentro de la universidad desde el buzón número 5 hasta el buzón número 6



Figura 3.30 Fibra óptica llegó a buzón número 6 por canalizado existente
Fuente: Proveedor de internet, 2019

Como logramos observar en la figura 3.31 la fibra continuó su recorrido desde buzón 6 hasta buzón 7 por canalizado existente.

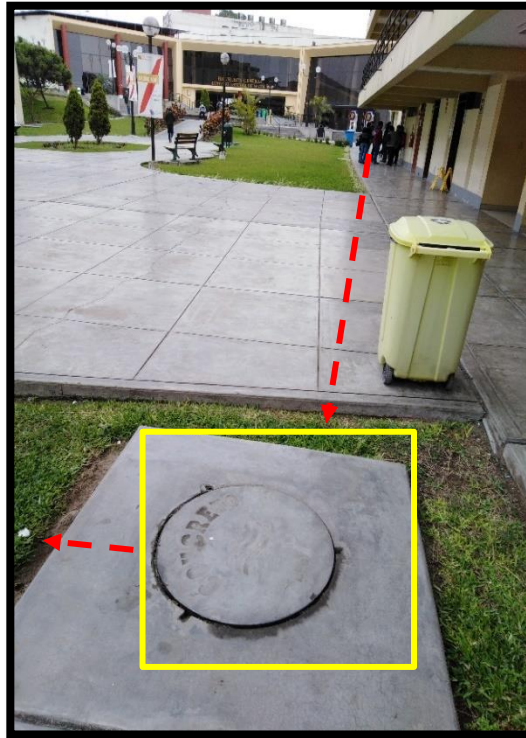


Figura 3.31 Fibra óptica llegó a buzón número 7 por canalizado existente
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.32 fibra continuó recorrido por canalizado existente desde buzón 7 hasta buzón 8



Figura 3.32 Fibra óptica llegó a buzón número 8 por canalizado existente
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.33 logramos observar que fibra llegó por canalizado existente hasta buzón 8 y siguió recorrido por canalizado proyectado, luego subió por el pabellón B por tubo Conduit adosado a la pared.

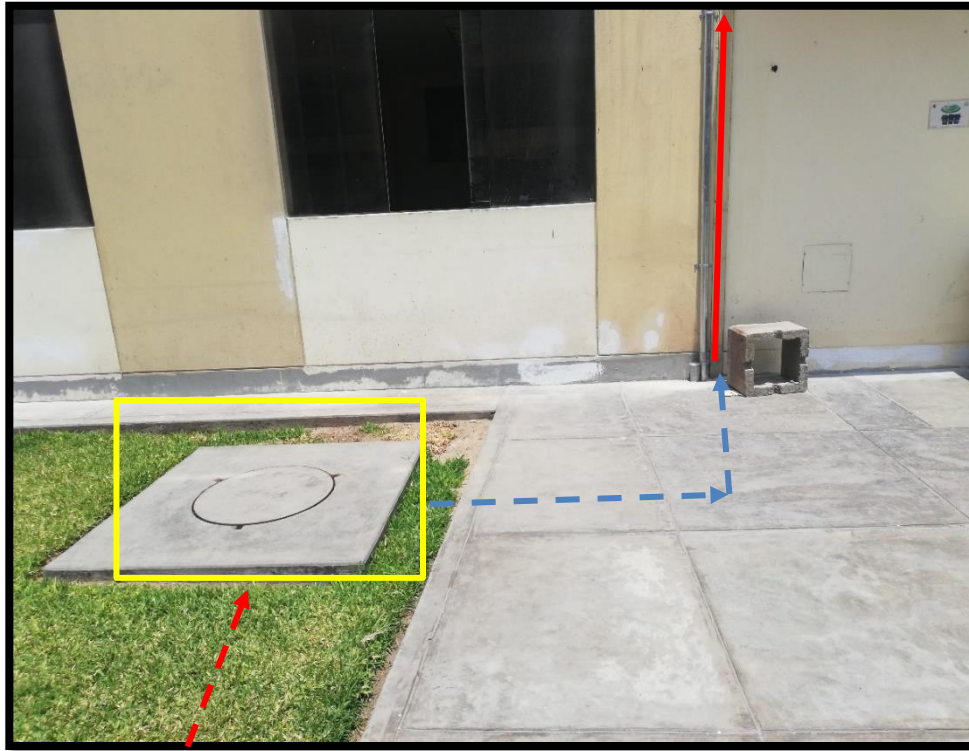


Figura 3.33 Fibra óptica llegó a buzón número 8 por canalizado existente y subió por tubería Conduit adosada a la pared por el pabellón B de la universidad
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.34 observamos que la fibra siguió el recorrido por tubo Conduit adosado a la pared por el pabellón B hasta el piso 4



Figura 3.34 Fibra óptica siguió recorrido por tubería Conduit adosada a la pared en el pabellón B de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.35 la fibra llegó al piso 4 del pabellón B por tubería Conduit y siguió recorrido por tubería PVC.

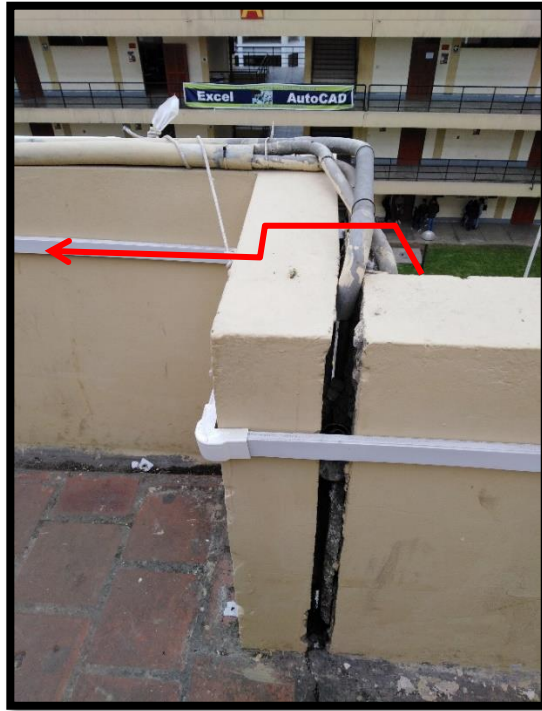


Figura 3.35 Fibra óptica llegó a piso 4 del pabellón B y siguió recorrido por tubo PVC

Fuente: Proveedor de internet, 2019

En las figuras 3.36 y 3.37 observamos que fibra siguió recorrido por tubo PVC y se realizó una perforación para bajar a data center de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.



Figura 3.36 Fibra óptica siguió recorrido por tubo PVC en el cuarto piso de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur
Fuente: Proveedor de internet, 2019

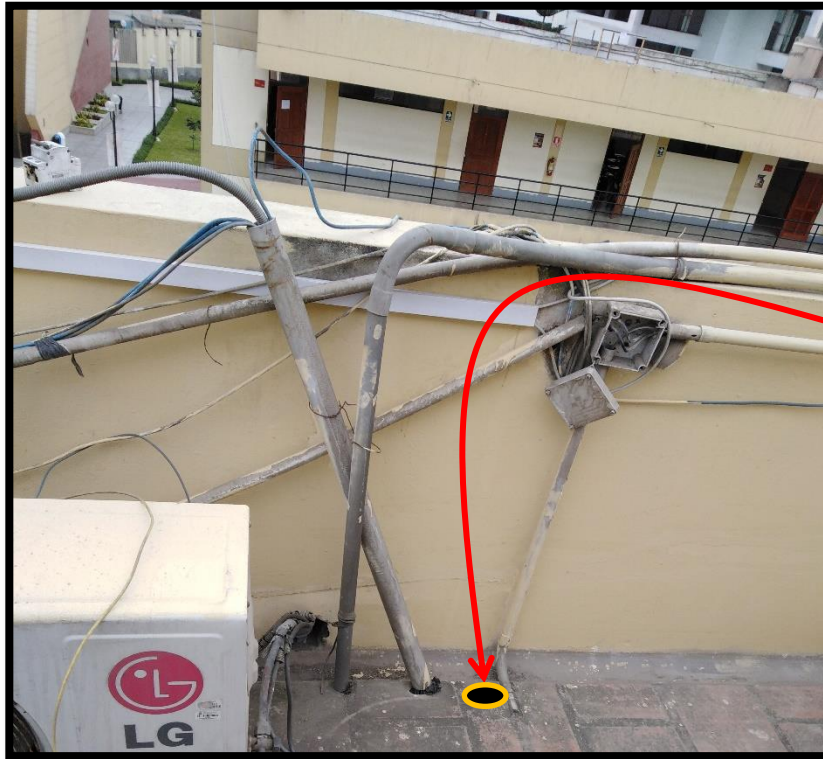


Figura 3.37 Fibra óptica siguió recorrido por tubo PVC hasta llegar a forado o perforación para luego llegar a data center
Fuente: Proveedor de internet, 2019

En la figura 3.38 la fibra llegó a data center y por ser el terminal de la fibra óptica será protegido con su pigtail luego de pasar por el forado o perforación y descende hasta gabinete por canaleta adosada a la pared.

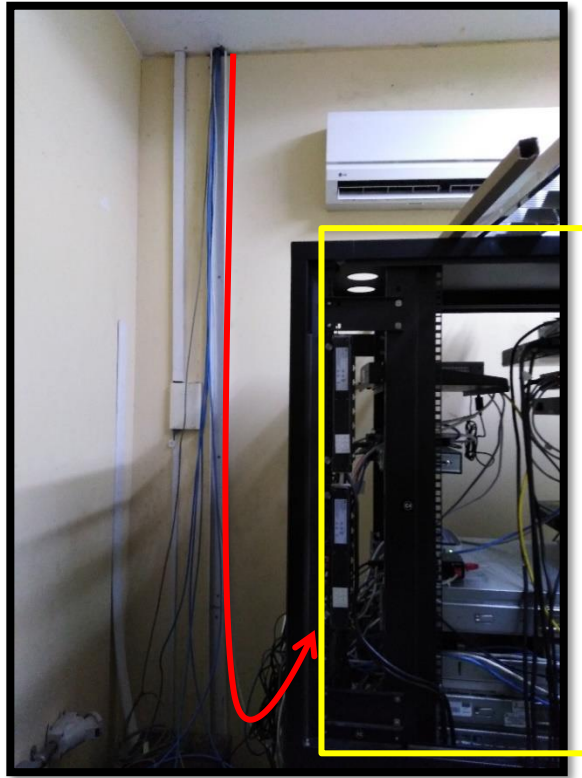


Figura 3.38 Fibra óptica llegó a data center de la universidad y siguió recorrido por canaleta adosada a la pared hasta gabinete
Fuente: Proveedor de internet, 2019

3. La fibra óptica de 12 hilos que inicia desde la manga que se encontró fuera de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur realizó este recorrido señalado para llegar al gabinete del cliente donde el proveedor de internet le instaló una OTS (caja térmica), una media converter y el router para sus configuraciones que la universidad necesite. (Ver figura 3.39)

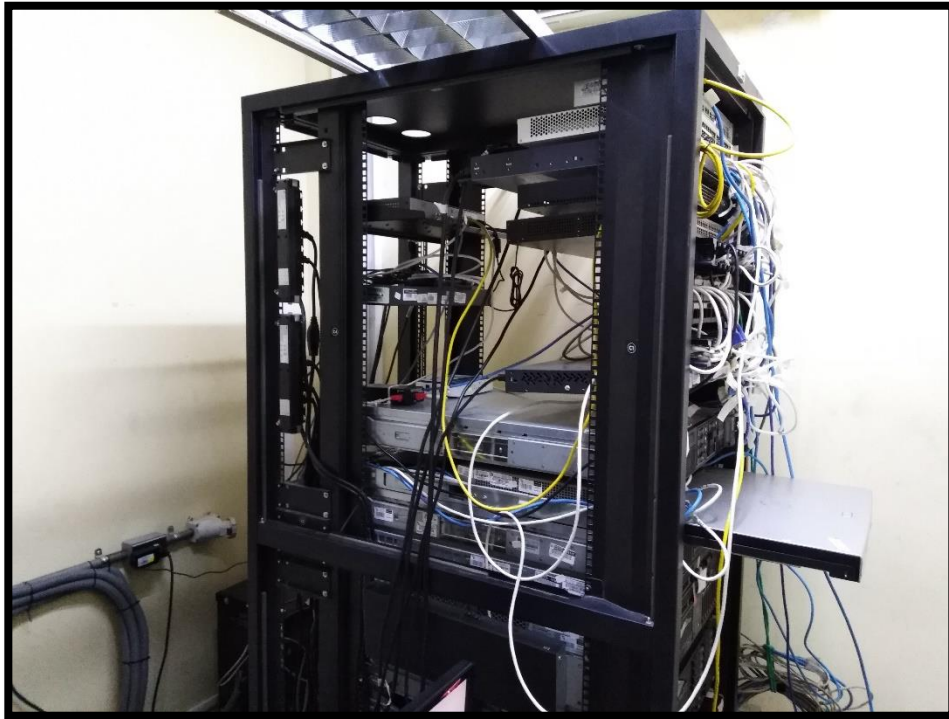


Figura 3.39 Gabinete de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur donde se dejó los equipos del proveedor de internet
Fuente: Proveedor de internet, 2019

4. La OTS o caja térmica es el equipo de distribución de fibra óptica, en la caja OTS se manipula la fibra; para los servicios requeridos por la Universidad para la implementación sólo es necesario la fusión de 1 hilo dentro de la caja térmica. (Ver figura 3.40)

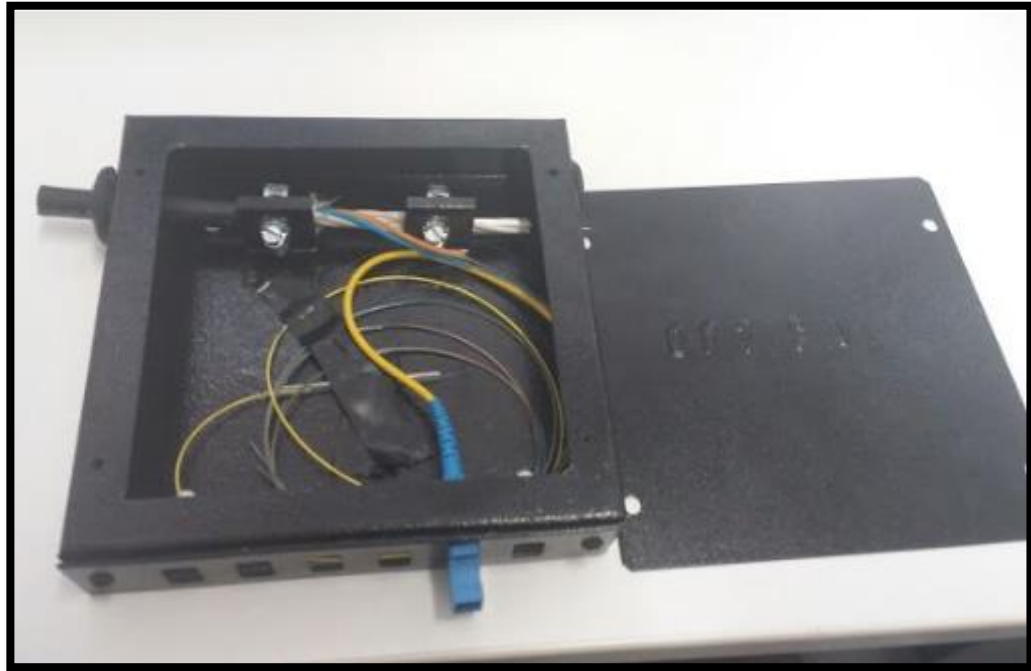


Figura 3.40 Caja OTS o Caja Térmica
Fuente: Proveedor de internet, 2018

5. El Patch cord, en este caso con conector LC el cual sirve para la unión de la fibra fusionada de la caja OTS y la media converter, proceso denominado Jumper. (Ver figura 3.41)



Figura 3.41 PATCH CORD TIPO LC
Fuente: Proveedor de internet, 2018

6. La Media Converter, es un equipo proporcionado por el proveedor para convertir la señal de luz que proviene de la fibra óptica que es transmitida a través de cable UTP. (Ver figura 3.42)



Figura 3.42 Media Converter
Fuente: Proveedor de internet, 2018

7. En la figura 3.43 observamos los equipos necesarios que instala el proveedor para un enlace dedicado, posterior a la instalación de la media converter (mediante Jumper) se instala el cable UTP y se conecta con el router del cliente, para que los encargados de TI de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur configuren la red de acuerdo con sus necesidades.

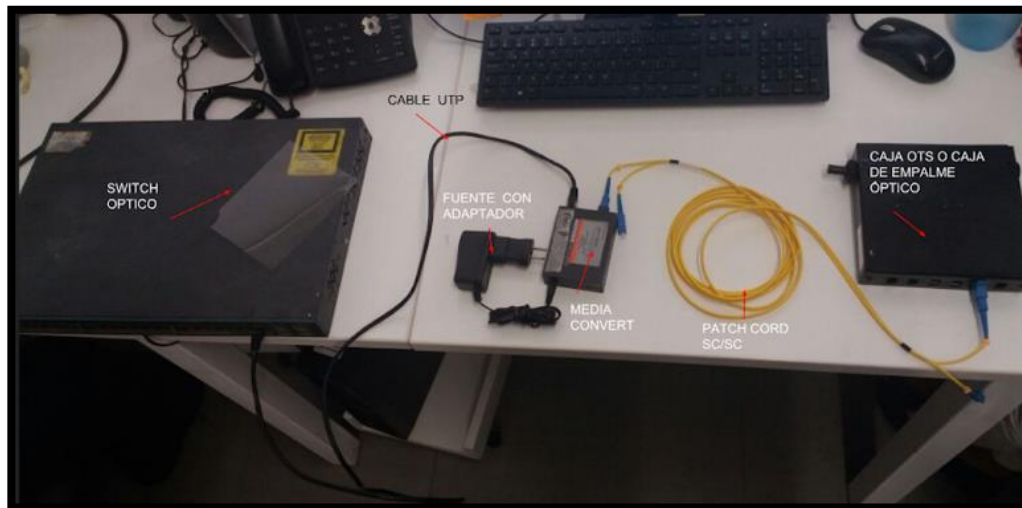


Figura 3.43 Equipamiento final
Fuente: Proveedor de internet, 2018

3.3.6 PROTOCOLOS DE PRUEBA

El diseño propuesto presenta las características generales de la fibra óptica y cables monomodo cumpliendo las recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), específicamente las normas G.652, para el cumplimiento de lo mencionado anteriormente se realiza las pruebas que mencionaremos a continuación sobre la fibra óptica:

- Medición de la atenuación por empalme
Se mide la atenuación de cada empalme de fibra en cada tramo, con el fin de validar que no exista un valor de atenuación inusual. Las mediciones se realizan tanto para 1310 nm y 1550 nm de cada fusión de la fibra óptica.
- Medición de atenuación por conector
Se medirá la atenuación de cada conector de fibra en ODF, a fin de verificar que ninguno de estos tiene valores de atenuación inusuales. Estas mediciones deben ser realizadas usando 2 fibras de prueba en ambos

extremos del tramo, con longitud mayor o igual a 2000 m y del mismo tipo que la fibra bajo prueba.

- Inspección Visual

La verificación de continuidad con 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 de conector dúplex. Una trazadora visual de continuidad se parece a una linterna o un instrumento similar a un bolígrafo con una bombilla o fuente LED que se acopla a un conector de fibra óptica. Conecte la fibra que debe probar al trazador y mire el otro extremo de la fibra para ver la luz transmitida a través del núcleo de la fibra. Si no ve ninguna luz en el extremo, vuelva a las conexiones intermedias para encontrar la sección del cable que está dañada.

- Potencia óptica

Prácticamente, cada medición en fibra óptica se refiere a la potencia óptica. La salida de un transmisor o la entrada a un receptor son mediciones de potencia óptica "absolutas", es 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.

- Pérdida óptica

La pérdida óptica es el principal parámetro de rendimiento de la mayoría de los componentes de fibra 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. Utilizaremos cables para ilustrar la pérdida por inserción, y luego observaremos otros componentes.

La pérdida del cable es la diferencia entre la potencia acoplada en un cable al extremo del transmisor y lo que sale al extremo del receptor. La prueba de pérdida requiere la medición de la cantidad total de la potencia óptica perdida en un cable (con inclusión de la atenuación de la fibra, la pérdida por conexión y la pérdida por empalme) con una fuente de luz y medidor de potencia (LSPM) de fibra óptica o equipo de comprobación de pérdidas ópticas (OLTS). La prueba de la pérdida se realiza a longitudes de onda adecuadas para la fibra y su uso. Generalmente, la fibra multimodo se prueba a 850 nm, y opcionalmente, a 1300 nm con fuentes LED. La fibra monomodo se prueba a 1310 nm, y opcionalmente, a 1550 nm con fuentes láser.

- OTDR

Los OTDR son los instrumentos de fibra óptica más complejos que puedan tomar una imagen instantánea de una fibra y mostrar la ubicación de los empalmes, conectores, fallos, etc. Los OTDR son instrumentos de prueba para las redes de cables de fibra óptica, siempre y cuando se comprenda cómo configurar adecuadamente el instrumento para la prueba e interpretar los resultados. Cuando son utilizados por un operador habilidoso, los OTDR pueden localizar fallos, medir la longitud de cables y verificar la pérdida de empalmes. Hasta cierto punto, también pueden medir la pérdida de una red de cables. Los únicos parámetros de fibra óptica que no miden es la potencia óptica en el transmisor o receptor.

3.3.7 MEDICIONES OTDR

Al realizar el tendido de planta externa y planta interna de la fibra óptica culminamos con la instalación de los equipos dentro del gabinete de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, luego de ello se realizan las respectivas mediciones utilizando la OTDR para diagnosticar el estado de la red estimando la longitud de onda, atenuación y las pérdidas por empalme.

Para ello un personal de la contrata por parte del proveedor debió de fusionar todos los hilos de fibra indicados en el cuadro de empalme, tener en cuenta que cada fibra tiene sus códigos de colores, para lo cual el técnico que realice las fusiones en cada manga, debe analizar el tipo de fibra que manipulará y tener conocimiento de los códigos de colores de cada tipo de fibra, estas fusiones se realizan en las mufas (06) que se tiene a lo largo del tendido de la fibra desde el nodo proveedor hasta las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Para las mediciones de este enlace un personal se ubica dentro del nodo proveedor y otro personal se ubica en la última milla, es decir, en el gabinete del cliente.

Se utiliza la OTDR debidamente calibrado (tipo de diámetro del hilo, tipo de estructura del cable) para inyectar un haz de luz y enviar esta señal a través de la línea de transmisión, para este envío tenemos que fijarnos que la longitud de onda debe estar de acuerdo con el diámetro del hilo, para nuestro caso trabajamos con una fibra monomodo. Se realizarán las mediciones en la segunda ventana de 1350nm y tercera ventana de 1550 nm para luego seleccionar otros parámetros como el ancho de pulso, distancia nodo – empresa, índice de refracción y las pérdidas para luego interpretar la gráfica de los resultados obtenidos.

- Medición OTDR 1310nm desde Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur hacia el nodo Villa El Salvador. (Ver figura 3.44)

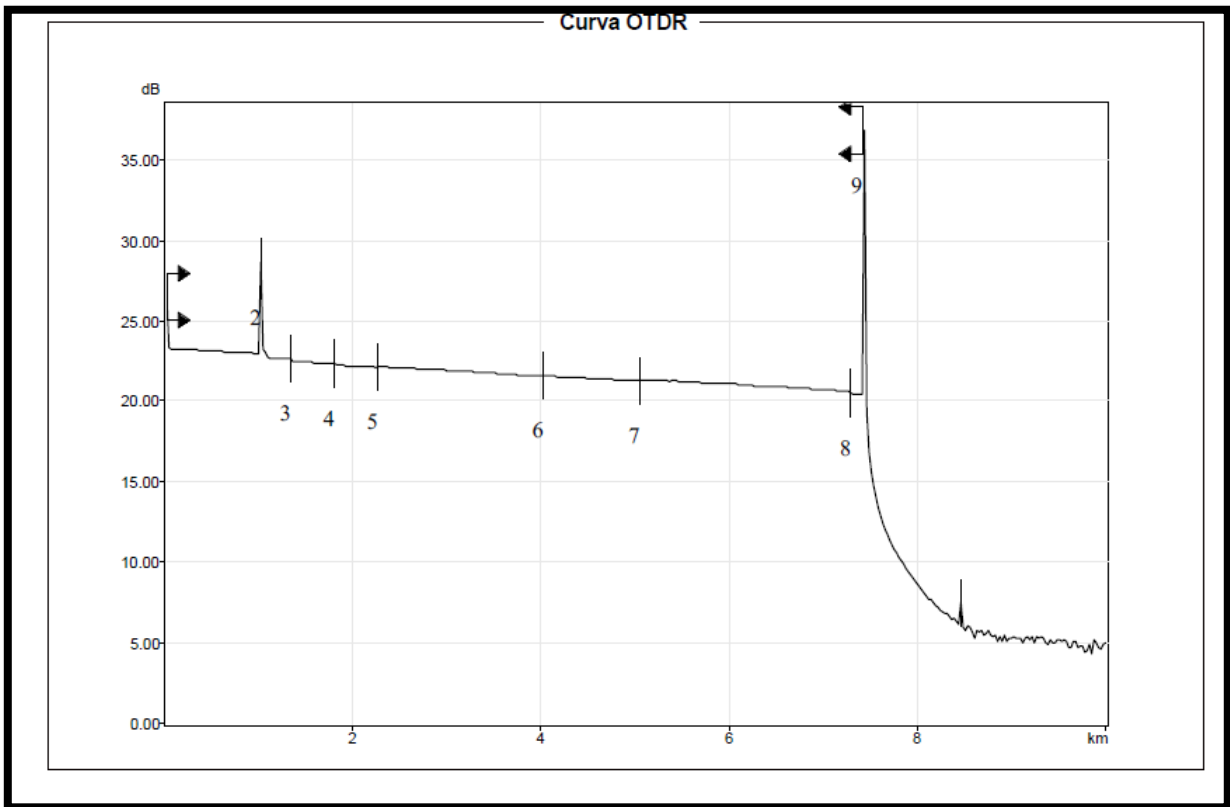


Figura 3.44 Curva OTDR – Medición 1310nm
Fuente: Proveedor de internet, 2019

Informe OTDR 1310 nm			
Información del trabajo			
Trabajo	:		Razón del trabajo
Contratista	:	ABL Group	Operador A
Cliente	:		Operador B
Fecha de la prueba	:	31/12/2018 (15:06:46 GMT-5:00)	Archivo
			: cliente
			: nodo
			: cliente nodo villa.trc
Información del cable			
ID de fibra	:	f.o 00140	ID de cable
Ubicación A	:		Ubicación B
Fabric. del cable	:		Tipo
ID de subgrupo	:		Color
			:
			:
Mediciones del enlace			
Pérdida del segme...	:	2.903 dB	Pérdida por empalme ...
Longitud de intervalo	:	7.4172 km	Max. pérdida del emp...
Pérdida promedio	:	0.391 dB/km	ORL del segmento
			: 0.049 dB
			: 0.217 dB
			: <22.03 dB

Figura 3.45 Detalles de la medición – 1310nm
Fuente: Proveedor de internet, 2019

Configuración de prueba y cable			
Longitud de onda	:	1310 nm (SM-9µm)	Tiempo adq.:
Nombre de archivo	:	cliente nodo villa.trc	Duración de pulso
Hardware	:	FTB-720C-SM1-EA	Factor helic.
Número de serie	:	906213	Umbral de pérdida del...
Software	:	S/O	Umbral de reflectancia
Rango	:	10.0000 km	Umbral de final de fibra
IOR	:	1.467700	: 30 s
RBS	:	-79.45	: 100 ns
			: 0.00 %
			: 0.020 dB
			: -72.0 dB
			: 5.000 dB

Figura 3.46 Configuración de pruebas y cable – 1310nm
Fuente: Proveedor de internet, 2019

- Medición OTDR 1550nm desde Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur hacia nodo Villa El Salvador. (Ver figura 3.47)

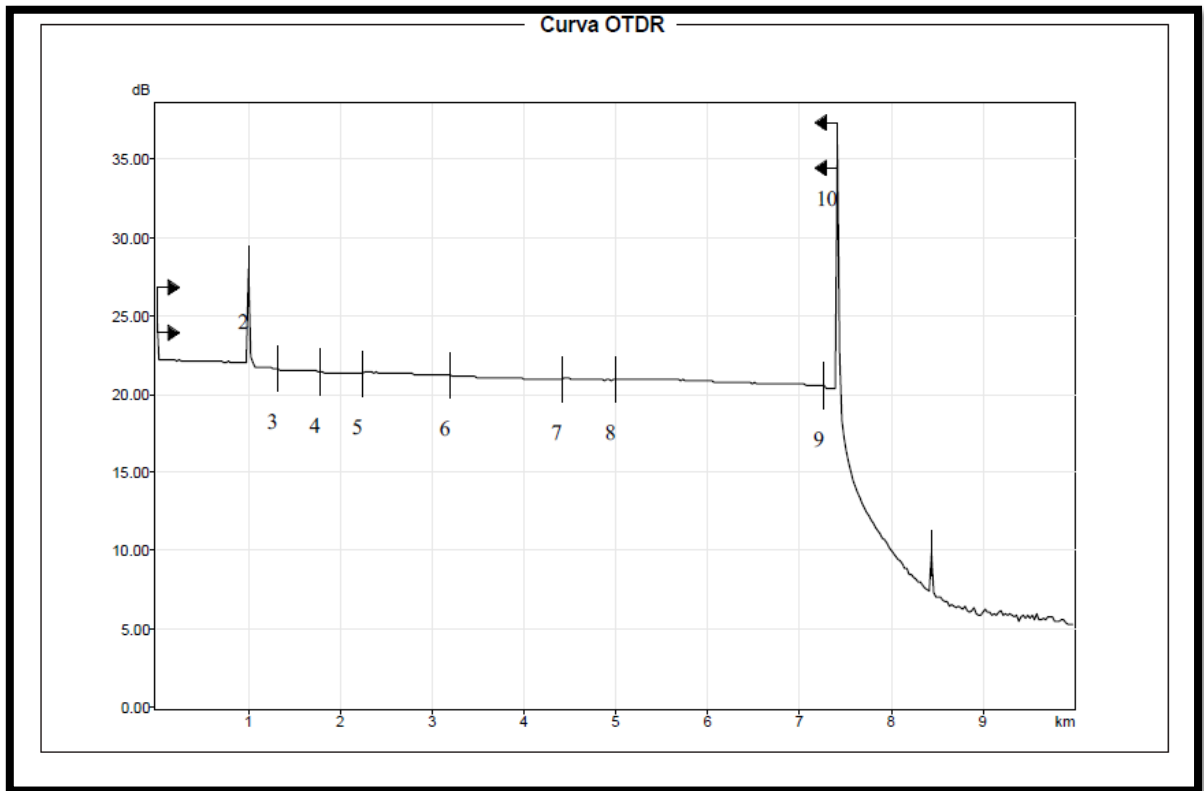


Figura 3.47 Curva OTDR – Medición 1550nm
Fuente: Proveedor de internet, 2019

Informe OTDR 1550 nm			
Información del trabajo			
Trabajo :		Razón del trabajo :	
Contratista :	ABL Group	Operador A :	cliente
Cliente :		Operador B :	nodo
Fecha de la prueba :	31/12/2018 (15:06:15 GMT-5:00)	Archivo :	cliente nodo villa.trc
Información del cable			
ID de fibra :	f.o 00140	ID de cable :	
Ubicación A :		Ubicación B :	
Fabric. del cable :		Tipo :	
ID de subgrupo :		Color :	
Mediciones del enlace			
Pérdida del segme... :	1.877 dB	Pérdida por empalme ... :	0.039 dB
Longitud de intervalo :	7.4159 km	Max. pérdida del emp... :	0.215 dB
Pérdida promedio :	0.253 dB/km	ORL del segmento :	<21.51 dB

Figura 3.48 Detalles de la medición – 1550nm
Fuente: Proveedor de internet, 2019

Configuración de prueba y cable			
Longitud de onda :	1550 nm (SM-9µm)	Tiempo adqúic. :	30 s
Nombre de archivo :	cliente nodo villa.trc	Duración de pulso :	100 ns
Hardware :	FTB-720C-SM1-EA	Factor helic. :	0.00 %
Número de serie :	908213	Umbral de pérdida del... :	0.020 dB
Software :	S/O	Umbral de reflectancia :	-72.0 dB
Rango :	10.0000 km	Umbral de final de fibra :	5.000 dB
IOR :	1.468325		
RBS :	-81.87		

Figura 3.49 Configuración de prueba y cable – 1550nm
Fuente: Proveedor de internet, 2019

3.3.8 PRESUPUESTO DE LA IMPLEMENTACIÓN

LIQUIDACIÓN CLIENTE (TENDIDO) COSTO DE MATERIALES / VALORIZACIÓN												
CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR - UNTELS AV. BOLIVAR MZ. A LT. 3 OTRO SECTOR 3, VILLA EL SALVADOR BOLIVAR A 3 - INT - 200 Mbps 23575				INVERSIÓN TOTAL S/. 6425.81			FECHA: 5/04/2019					
				INVERSIÓN TOTAL \$ 1,989.42								
MATERIALES PROYECTADOS					ACTIVIDADES PROYECTADAS							
		Optical	Contrata	Optical	Contrata							
A	TENDIDO					1	DISEÑO					
	Longitud cable	Mts	-	450.00			Diseño de Planta Externa Cliente	Km	1.00	180.00		
	Tendido aéreo	Mts	-	83.00			Diseño de Planta Externa RED	km	-	180.00		
	Tendido canalizado	Mts	-	-								
	Acceso Nodo	Mts	-	340.00			Total de Diseño			180.00		
	Acceso Cliente	Mts	-	-								
	Reserva Desarrollo	Mts	-	27.00								
	Desarrollo de Camara	Mts	-	-			2	PLANTA EXTERNA				
	Empalme y Reserva	Mts	-	-			TENDIDO Y FUSION DE FIBRA OPTICA					
							1996	Corrida Reserva de FO en cámara ó poste	Mts	-	0.70	-
							1998	Inst. Cable Mensajero y Accesorios	Mts	-	0.95	-
							1999	Inst. Cable/Acometida de FO en Postes/Can	Mts	110.00	1.66	182.60
							2000	Inst. Cable/Acometida de FO en Fachada d	Mts	340.00	2.05	697.00
							2001	Inst. Cable FO en Nodo	Mts	340.00	1.96	666.40
							2002	Inst. Cruceta en Poste	Und.	-	11.20	-
							2003	Inst. Caja Paso en Muro/Pared	Und.	2.00	20.00	40.00
							2004	Inst. Canaleta en Columna/Pared/Zócalo	Mts	2.00	3.40	6.80
							2005	Inst. Tubo PVC en Columna/Pared/Zócalo	Mts	46.00	3.80	174.80
							2006	Inst. Tubo Conduit en Columna/Pared/Zóca	Mts	4.00	15.00	60.00
							2007	Inst. Tubo Flexible en Columna/Pared/Zóca	Mts	3.00	3.30	9.90
							2008	Empalme de FO en Caja Terminal (Mufa)	Und.	9.00	17.00	153.00
							2009	Empalme de FO en Patch Pannel/Opticom	Und.	-	17.00	-
							2020	Inst. Conjunto term. ODF/Patch Pannel p/F	Und.	-	76.50	-
							2021	Inst. Jumper/PigTail en Nodo/Cliente	Und.	1.00	12.80	12.80
B	MATERIAL DE TENDIDO											
1	5125 Postes de 9 mts / 300	Und	-	-	320.00	-	-					
2	9779 Postes de 11 mts / 300	Und	-	-	515.00	-	-					
3	6571 F. Optica ADSS 96 SM-Span 100	Mts	-	-	5.43	-	-					
4	6569 F. Optica ADSS 48 SM-Span 100	Mts	-	-	3.24	-	-					
5	6566 F. Optica ADSS 12 SM-Span 100	Mts	-	-	1.87	-	-					
6	F. Optica 04 SM-Span 150 (Fig8)	Mts	-	-	1.87	-	-					
7	6573 F. Optica 12 LSZH SM-Cable Vertica	Mts	450.00	-	1.25	564.30	-					
8	6574 F. Optica 02 LSZH SM-Cable Horizo	Mts	-	-	0.33	-	-					
9	0702 Hebilla Acerrada 1/2 Band-It	Und	9.00	-	0.80	7.20	-					
10	0701 Cinta Band it (Fleje d/Acero 1/2)	Mts	7.20	-	2.94	21.17	-					
11	0790 Portalinea con Aislador de Loza	Und	2.00	-	3.38	6.76	-					

Tabla 3.3 Presupuesto de la implementación parte I
Fuente: Proveedor de internet, 2019

7	1339	Tuerca Enjaulada	Und	-	-	0.89	-	-	-	-	
8	771	Tarugos PVC verdes	Und	59.00	-	0.03	1.89	-	-	-	
9	748	Tubo PVC-SAP 1" x 3m	Mts	46.00	-	1.82	83.72	-	-	-	
10	7835	Caja de paso 8x8x4	Und	-	-	21.17	-	-	-	-	
11	945	Caja de paso 8x8x4	Und	2.00	-	9.60	19.19	-	-	-	
12	400	Canaleta Plástica 40x25mm s/Divisi	Mts	2.00	-	5.47	10.94	-	-	-	
13	1316	Tubo Corrugado PVC 3/4"	Mts	3.00	-	0.61	1.83	-	-	-	
14	3546	Bandeja Metálica Negra 1RU 45x32	Und	1.00	-	21.35	21.35	-	-	-	
15	1299	Gabinete de Pared 06RU c/puerta	Und	-	-	74.90	-	-	-	-	
16	853	Bracket Porta Equipos Metálico 6RU	Und	-	-	64.96	-	-	-	-	
17	2234	Power Bar 8 Tomas c/Fusible	Und	1.00	-	42.71	42.71	-	-	-	
Total Materiales de Acceso										183.52	-
4 OBRAS CIVILES											
POSTES Y ANCLAS											
400	Instal. 01 Poste C° 9m (Primer Poste)		Und	-	-	430.00	-	-	-	-	
401	Instal. c/Poste Adicional C° 9m (de 02 a 10)		Und	-	-	350.00	-	-	-	-	
402	Instal. 01 Poste C° 11m (Primer Poste)		Und	-	-	530.00	-	-	-	-	
403	Instal. c/Poste Adicional C° 11m (de 02 a 10)		Und	-	-	450.00	-	-	-	-	
404	Corregir Poste (404-405)		Und	-	-	255.65	-	-	-	-	
407	Aplicar Igol a Poste C° Instalado		Und	-	-	15.50	-	-	-	-	
408	Instal. Ancla Normal/Vertical/Especial (Item 4)		Und	-	-	161.19	-	-	-	-	
418	Codificar Poste C°		Und	-	-	10.00	-	-	-	-	
423	Retirar KIT de Ferrería Exist. En Poste		Und	-	-	7.00	-	-	-	-	
424	Retirar Poste C° (REUTILIZABLE)		Und	-	-	167.29	-	-	-	-	
425	Retirar Poste C° (CHATARRA)		Und	-	-	137.29	-	-	-	-	
Total de Postes y Anclas										-	-
5 CANALIZACION Y CAMARAS COMUNICACIONES											
430.a	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Tierra		Mts	-	-	49.15	-	-	-	-	
430.b	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Jardín		Mts	20.00	-	58.80	1,176.00	-	-	-	
430.c	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Vereda		Mts	-	-	117.10	-	-	-	-	
430.d	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Laja		Mts	-	-	148.50	-	-	-	-	
430.e	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Empedrado		Mts	-	-	91.81	-	-	-	-	
430.f	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Grass Block		Mts	-	-	68.35	-	-	-	-	
430.g	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Adoquín		Mts	-	-	94.55	-	-	-	-	
430.h	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Pista C°		Mts	11.00	-	119.11	1,310.21	-	-	-	
430.i	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Pista Asf		Mts	-	-	106.11	-	-	-	-	
430.j	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Pista C° As		Mts	-	-	128.35	-	-	-	-	
430.k	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Grava / Ro		Mts	-	-	115.03	-	-	-	-	
430.l	Construc. Canaliz 01 vía 3" en Mayólica		Mts	-	-	115.75	-	-	-	-	
430.m	Vías Adicionales de 3" (NxCx8.8)		Via	-	-	272.80	-	-	-	-	
431.a	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Tierra		Mts	-	-	59.79	-	-	-	-	
431.b	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Jardín		Mts	-	-	69.38	-	-	-	-	
431.c	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Vereda		Mts	-	-	128.17	-	-	-	-	
431.d	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Laja		Mts	-	-	160.76	-	-	-	-	
431.e	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Empedrado		Mts	-	-	110.62	-	-	-	-	
431.f	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Grass Block		Mts	-	-	78.71	-	-	-	-	
431.g	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Adoquín		Mts	-	-	111.93	-	-	-	-	
431.h	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Pista C°		Mts	-	-	127.74	-	-	-	-	
431.i	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Pista Asf		Mts	-	-	115.78	-	-	-	-	
431.j	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Pista C° As		Mts	-	-	140.09	-	-	-	-	
431.k	Construc. Canaliz 02 vía 4" en Grava / Ro		Mts	-	-	135.64	-	-	-	-	
Total Materiales de Fusión										154.84	-

Tabla 3.4 Presupuesto de la implementación parte II
Fuente: Proveedor de internet, 2019

A continuación, veremos la renta mensual que la universidad paga por el servicio de internet dedicado en tiempo de duración de contrato por 12 meses, si el costo de implementación no exceder el 30% del costo total del contrato, se considera servicio rentable para el proveedor de internet. (Ver tabla 3.4)

	SOLES	DOLARES
RENTA MENSUAL	S/ 17,567.09	\$ 5,438.73
DURACION DEL CONTRATO	12 meses	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (RENTA MENSUAL * DURACION DEL CONTRATO)	S/ 210,805.08	\$ 65,264.73
COSTO DE LA IMPLEMENTACION	S/ 6,746.16	\$ 2,088.59
PORCENTAJE DEL MONTO TOTAL DEL CONTRATO		3.20%
EL COSTO DE IMPLEMENTACION NO EXCEDE EL 30% DEL COSTO TOTAL DEL CONTRATO		

Tabla 3.5 Rentabilidad de instalación de fibra óptica para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur
Fuente: Proveedor de internet, 2019

Por 200 Mbps la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur pagará mensual \$5,438.73 a un contrato de 12 meses, al pagar por la implementación \$2,0088.59, dividimos \$65,264.73(pago por 12 meses) entre el costo de implementación multiplicado por 100% nos resulta 3.20%, llegando a la conclusión que es un proyecto viable para la implementación de nuestro diseño.

CONCLUSIONES

- Después de haber realizado el estudio de factibilidad técnico que se indica en la figura 3.4, se brinda un costo y tiempo; en la inspección técnica, nos damos cuenta de que el acceso aéreo que se había proyectado en la factibilidad cambió al momento de realizar la inspección técnica como se muestra en la figura 3.17, esto genera un cambio considerable en la cotización del servicio de fibra óptica.
- Después de haber realizado la implementación de la fibra óptica se observa que el proyecto es rentable, registrado en la tabla 3.5, en cuanto a los meses de servicio que contará la universidad.
- Cumpliendo con el proceso adecuado de una inspección técnica, se analizaron los datos brindados por el analista de campo y el diseño de planta externa visualizado en la figura 3.16, con esto llegamos a la conclusión que se realizó el cambio de una bandeja a manga, la instalación de un poste de concreto de 09 metros, un canalizado de 7 metros externo y un canalizado de 31 metros interno, esto se logra visualizar en el punto 3.3.1 Requerimientos para la implementación.
- Este diseño se analizó buscando la ruta óptima para el tendido de la fibra óptica, procurando tener el menor trabajo de obras civiles (proyección de postes y canalizado) y también evitando que el cable de fibra óptica no pase por cables de alta tensión y respetando la distancia de 2 metros para el paso en media tensión.
- Se realizaron las pruebas reflectométricas, indicando en los niveles de 1310nm (Figura 3.44) y 1550nm (Figura 3.47) que la universidad cuenta con enlace dedicado.
- Los planos de acceso son necesarios y muy importante para enviar los expedientes a las municipalidades y generen los permisos para la

ejecución de las obras, ya que sin estos se estaría incurriendo en algo ilegal, visualizamos esto en las Figuras 3.15, 3.16, 3.17, 3.18 y 3.19.

- El Media Converter y demás equipos instalados permiten tener la mejora del ancho de banda y el tráfico de red de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los equipos utilizados para este trabajo se logran visualizar en la Figura 3.43.

RECOMENDACIONES

- Al momento de la inspección técnica, el personal que la realice debe contar con los implementos necesarios para un óptimo estudio a nivel de campo, ya que ellos son el primer filtro para un correcto diseño e implementación de fibra óptica.
- Instalar equipos como una media converter y router con capacidad que les permita utilizar la capacidad de 200 Mbps que se implementó para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Tener actualizado la planta del proveedor de internet, con la información que el analista de campo recopila al momento de la visita de inspección técnica para futuros clientes cercanos a la zona o el distrito de Villa el Salvador.
- Hacer el seguimiento para el cumplimiento de los días de instalación programados para mantener contento al cliente en este caso la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur con los días que se prometió la instalación de los servicios.
- Aprovechar al máximo la capacidad de internet solicitada para una mejora a nivel estudiantil y a nivel colaboradores de la universidad, promoviendo la investigación, creando aulas virtuales y los distintos donde los alumnos puedan interactuar entre ellos mismo intercambiando información, telefonía VOIP, Streaming, videoconferencia y poder promover la enseñanza a distancias con el ancho banda de 200 Mbps.

Bibliografía

- Edwin Gabriel Gutiérrez Villagómez, (2014). Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua. Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Walter Oswaldo Carrión Torres – Diego Fernando Cevallos Cuenca, (2011). Estudio y Diseño de la Red de Fibra Óptica para el transporte de aplicación triple play en el trayecto Cuenca – Girón – Pasaje. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Wayne Tomasi, (2003), Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Cuarta Edición, Editores Pearson-Prentice Hall.
- Ibrahín Alonso Vargas, (2014), Sistema de Fibra Óptica, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Ica, Perú.
- Oscar Santa Cruz, Módulo introductorio Principios Generales del Sistema de Fibra, Ejemplar distribución gratuita. Recuperado de: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/Plantelexterior/IntroduccionResumen%20FO.pdf>
- María Fernanda Carvajal Vera, (2014), Análisis para la aplicación del programa OPTIFIBER de OPTIWAVE para las mediciones de los parámetros de diseño de cables de fibra óptica. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Informe N° 01-2012/GTECNICO/DS-034-2010-MTC, (2012), Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado: [http://portal.mtc.gob.pe/portal/fibraoptica/INFORME%20GRUPO%20T%C3%89CNICO\(P\).pdf](http://portal.mtc.gob.pe/portal/fibraoptica/INFORME%20GRUPO%20T%C3%89CNICO(P).pdf)
- J. Prieto Zapardiel, (2014), Diseño de una red de acceso, 2014.

- William Ávila y Roberto Tolentino, (2018) Sistema de telecomunicaciones con fibra óptica para mejorar la gestión académica garantizando la transmisión de datos en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú.
- 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.
- Wilfredo Manuel Trejo Flores, (2016). Diseño de un sistema de telecomunicaciones basado en fibra óptica para mejorar la red de comunicaciones en la ciudad universitaria de la universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo en Huaraz. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

ANEXOS

		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°1

Tipos de Fibra Óptica Multimodo

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

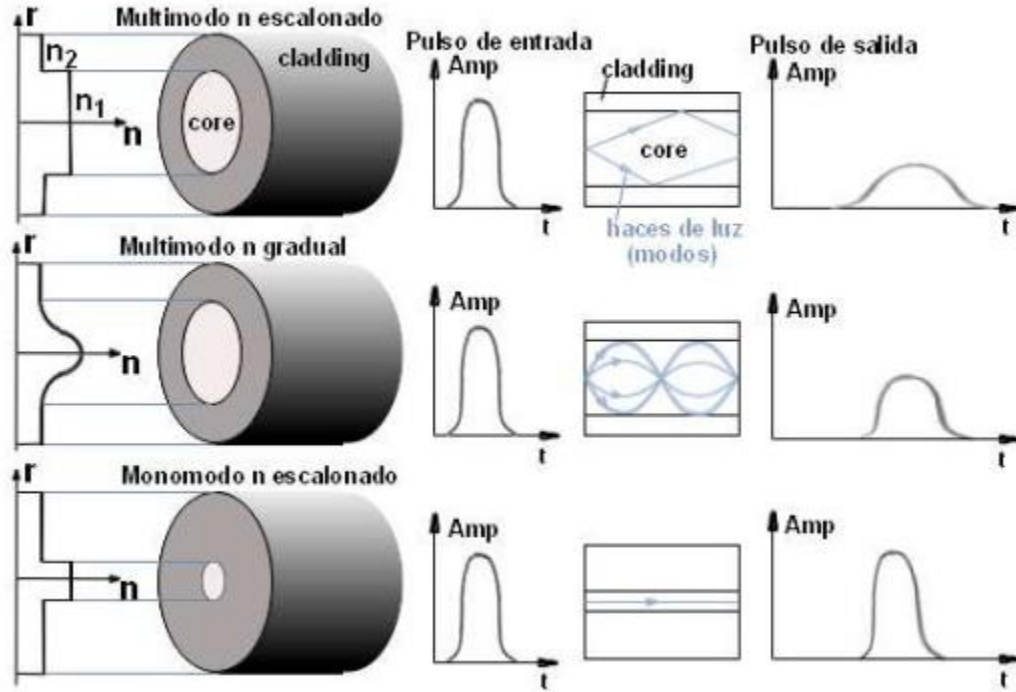
	Tipo fibra μm núcleo/ μm corteza	Pérdidas inserción dB	Pérdidas Retorno dB mín.	Rango de Temp. °C	Tracción Cable/con. N
SMA	50, 62.5, 85, 100	0,4		-60/+125	100
ST	9/125 62.5/125 50,85,100/140	0.2 0.3	30	-40/+80	200
FC	9/125 50/125	0.15/0.25 0.25	30,40,50, 60	-40/+85	200
Bicónico	Mon/Mul.	0.4		-20/+60	100
SC	9/125 50/125	0.15/0.25 0.25	30,40,50, 60	-20/70	100

Anexo N°2.

Comparación entre los diferentes conectores

Fuente:

https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38560283/curso_fibra_optica.pdf



Anexo N°.3

Características físicas y eléctricas de las fibras monomodo y multimodo
Fuente:

https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43740274/SISTEMAS_DE_FIBRA_OPTICA_-_Ibrahin_Alonso_Vargas.pdf

	EPON	GPON
Estándar	IEEE 803.2 ah	ITU-T G.984
Ancho de Banda	- Hasta 1,25 Gbps simétrico	- Simétrico o asimétrico hasta 2.5/1.25 Gbps de DL/UL*
Downstream (nm)	1490 (voz y datos IP) y 1.550 (video RF)	1490 (voz y datos IP) y 1.550 (video RF)
Upstream (nm)	1.310	1.310
Transmisión	Ethernet	ATM, Ethernet, TDM

Anexo N°.4

Tecnologías PON

Fuente:

http://www.um.edu.uy/upload/descarga/web_descarga_179_Caractersticasgeneral_esredfibrapticaalhogarFTTH.-Abreu.pdf

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°.5

Características de las fibras monomodo según recomendación IUT-T G.652.D.

Fuente: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89728.pdf>