

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE  
PLANTA EXTERNA DE UN OPERADOR DE TELECOMUNICACIONES  
PARA BRINDAR EL SERVICIO DE INTERNET Y ENLACES DEDICADOS  
EMPRESARIALES EN LOS DISTRITOS DE LOS OLIVOS Y  
SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA, 2020”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

DÁVALOS PARRA, DIEGO FERNANDO

**Villa El Salvador  
2020**

## **DEDICATORIA**

A mi familia por ser el pilar fundamental y motor para realizar este proyecto y culminar esta etapa de mi vida.

A Dios por haberme dado paciencia, constancia y perseverancia a lo largo de mi vida universitaria y profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia por servirme como apoyo en mi etapa universitaria.

Agradezco a mi asesor Ing. Ricardo Palomares, por su apoyo y enseñanzas para realizar el presente trabajo de suficiencia profesional.

Así mismo agradezco el apoyo brindado de mi enamorada, amigos y compañeros de trabajo durante el desarrollo del presente trabajo de suficiencia profesional.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS .....	3
a. General.....	3
b. Específicos .....	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Bases Teóricas .....	4
1.1.1. Marco teórico general .....	4
1.1.1.1. Red de fibra óptica .....	4
1.1.1.1.1. Parámetros ópticos .....	6
1.1.1.1.2. Tipos de fibra óptica.....	7
1.1.1.1.3. Topologías de redes de fibra óptica .....	10
1.1.1.1.4. Arquitectura de redes de fibra óptica.....	11
1.1.1.2. Planta externa.....	12
1.1.1.2.1. Infraestructura, elementos y materiales de planta externa .....	13
1.1.2. Marco teórico específico .....	17
1.2. Definición de términos básicos.....	20
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL ....	22
2.1. Delimitación temporal y espacial del trabajo .....	22
2.2. Determinación y análisis del problema.....	22
2.3. Modelo de solución propuesto .....	24
2.3.1. Diseño de la red de fibra óptica.....	25
2.3.1.1. Análisis y situación actual de la red del operador.....	25
2.3.1.2. Consideraciones y parámetros de la red.....	27
2.3.1.3. Diseño de gabinete .....	30
2.3.1.4. Validación en campo.....	36
2.3.1.5. Elementos, materiales y trabajos requeridos para el despliegue de red .....	39
2.3.1.6. Presupuesto de Implementación .....	41
2.3.2. Implementación y despliegue de la red .....	43
2.3.2.1. Planificación y gestión de los trabajos.....	43
2.3.2.2. Ejecución de Obras Civiles .....	44
2.3.2.2.1. Instalación de postes .....	44



2.3.2.2.2. Construcción de canalizados y cámaras .....	48
2.3.2.3. Implementación y despliegue de fibra óptica.....	52
2.3.2.3.1. Tendido de fibra óptica.....	52
2.3.2.3.2. Instalación de mangas en pext.....	56
2.3.2.3.3. Terminación de fibra óptica en Nodo.....	57
2.3.2.4. Validación de la implementación de la fibra óptica .....	59
2.3.3. Análisis económico - financiero del proyecto.....	64
2.3.3.1. Inversión Capital (CAPEX) .....	64
2.3.3.2. Inversión en Operación y Mantenimiento (OPEX) .....	65
2.3.3.3. Flujo de caja.....	66
2.3.4. Competencias y habilidades adquiridas en la formación profesional aplicadas al proyecto.....	70
2.4. Resultados.....	73
CONCLUSIONES .....	74
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS.....	78

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistemas de comunicaciones ópticas: (a) sin repetidoras, (b) con repetidoras...	4
Figura 2. Pérdida por dispersión de Rayleigh en función de la longitud de onda.....	7
Figura 3. Propagación del haz de luz en una fibra monomodo.....	8
Figura 4. Propagación del haz de luz en una fibra multimodo .....	10
Figura 5. Poste de alumbrado público (izquierda) y poste de Optical Networks (derecha) .....	14
Figura 6. Estructura interna un cable tipo ADSS.....	15
Figura 7. Estructura interna un cable tipo Figura 8.....	15
Figura 8. Estructura interna un cable tipo OPGW .....	15
Figura 9. Mufa tipo mondragón (izquierda) y tipo domo (derecha) .....	16
Figura 10. Diagrama de las etapas del proyecto .....	24
Figura 11. Zona de cobertura en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres .....	26
Figura 12. Estructura de la red del operador y topología punto a punto propuesta .....	27
Figura 13. Tabla de atributos en QGIS de potenciales clientes en la zona de cobertura. 30	
Figura 14. Empresas interesadas en contratar el servicio en la zona de cobertura.....	31
Figura 15. Mapa de calor empresas interesadas en contratar el servicio en la zona de cobertura .....	32
Figura 16. Cables de fibra óptica proyectados de la Ruta 01 .....	33
Figura 17. Cables de fibra óptica proyectados de la Ruta 02 .....	34
Figura 18. Cables de fibra óptica proyectados de la Ruta 03 .....	35
Figura 19. Inspección de factibilidad en campo iniciado desde nodo proveedor .....	36
Figura 20. Inspección de factibilidad en campo Av. Huandoy Cdr. 49-48.....	37
Figura 21. Inspección de factibilidad en campo Av. Las Palmeras Cdr. 41-40 .....	37
Figura 22. Postes instalados del proyecto.....	46
Figura 23. Postes instalados en la Av. Santa Rosa, Asoc. Villa Santa Rosita - S.M.P ....	47
Figura 24. Canalizados construidos del proyecto.....	49

Figura 25. Plano de canalizado construido en cruce de Av. Marañón y Av. Las Palmeras .....	50
Figura 26. Construcción de canalizado en Av. Marañón Cdr. 07 con Av. Las Palmeras .	51
Figura 27. Reposición de veredas y pistas en Av. Marañón Cdr. 07 con Av. Las Palmeras .....	51
Figura 28. Charla de 5 minutos previo a trabajos de tendido de fibra óptica en pext.....	54
Figura 29. Tendido de fibra óptica aérea en pext .....	54
Figura 30. Instalación y adecuación de reserva de fibra óptica en cruceta metálica .....	55
Figura 31. Instalación de manga mondragón y fusiones en la fibra óptica .....	56
Figura 32. Adecuación de manga mondragón en cámara de telecomunicaciones .....	56
Figura 33. Acceso de fibra óptica a nodo .....	57
Figura 34. Instalación de ODF y fusiones en nodo.....	57
Figura 35. ODF's instaladas de ruta 1 de fibra óptica.....	58
Figura 36. ODF's instaladas de ruta 2 de fibra óptica.....	58
Figura 37. ODF's instaladas de ruta 3 de fibra óptica.....	58
Figura 38. Pérdidas de empalme medias recomendadas para diferentes aplicaciones...	59
Figura 39. Parámetros de configuración del software EXFO OTDR Viewer .....	60
Figura 40. Prueba reflectométrica en ventana 1310 nm (hilo 01 - ruta troncal 02) .....	61
Figura 41. Prueba reflectométrica en ventana 1550 nm (hilo 01 - ruta troncal 02) .....	62

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Topologías FTTX .....	10
Tabla 2. Tipos de cámaras estandarizadas en Optical Networks .....	13
Tabla 3. Planos de diseño de tendido de fibra óptica y obras civiles .....	38
Tabla 4. Cantidad postes existentes a utilizar .....	38
Tabla 5. Cantidad postes proyectados .....	38
Tabla 6. Cantidad de canalizaciones y cámaras proyectadas .....	39
Tabla 7. Cable de fibra óptica designado para la red .....	39
Tabla 8. Mufa designada para la red.....	39
Tabla 9. Fibra óptica requerida para el proyecto .....	40
Tabla 10. Trabajos y materiales proyectados para la implementación .....	40
Tabla 11. Presupuesto de tendido de fibra óptica .....	41
Tabla 12. Presupuesto de obras civiles .....	42
Tabla 13. Presupuesto total de implementación.....	42
Tabla 14. Procedimientos de trabajo en la instalación de postes de concreto.....	45
Tabla 15. Distancia vertical entre los alambres, conductores y cables tendidos en diferentes estructuras de soporte. ....	52
Tabla 16. Distancias verticales a nivel de suelo a superficies .....	53
Tabla 17. Elementos de protección para los trabajos de tendido de fibra óptica en PEXT .....	53
Tabla 18. Inversión de capital del proyecto (CAPEX).....	65
Tabla 19. Inversión en Operación y Mantenimiento (OPEX) .....	65
Tabla 20. Flujo de caja del proyecto .....	66
Tabla 21. VAN, TIR y tasa de descuento del proyecto.....	69
Tabla 22. Cursos de importancia y relevancia en el Perfil Profesional del Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones de la UNTELS.....	71
Tabla 23. Roles y responsabilidades en las etapas del proyecto .....	72

## RESUMEN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “Diseño e Implementación de la red de fibra óptica de planta externa de un operador de telecomunicaciones para brindar el servicio de internet y enlaces dedicados empresariales en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres - Lima, 2020”, contiene el estudio de despliegue de una red de fibra óptica del operador Optical Networks entre los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, ampliando su red en capacidad, cobertura y sectorizando la red, lo que permite acortar los tiempos de atención de averías y tiempos para la habilitación de nuevos clientes.

Se realizó el diseño de las rutas de la red de fibra óptica y la ubicación de las mufas, considerando los Heat-maps generados con la base de datos de potenciales clientes creado en el software QGIS, así mismo, se consideró realizar el tendido de la fibra óptica sobre infraestructura existente propia, de terceros y proyectada (canalizaciones y postes), lo cual fue validado en campo. Se seleccionó los elementos y materiales en base a la red propuesta la cual presenta topología punto a punto de alta velocidad y la recomendación ITU-T 652D para cables de fibra óptica monomodo. Para la implementación y despliegue de la red de planta externa de fibra óptica se contó con los permisos municipales de construcción de canalizaciones, postes y tendido de fibra óptica.

Se supervisó la implementación de la red de fibra óptica durante su ejecución para validar el cumplimiento de las normativas del Código Nacional de Electricidad en su sección 2 (Tablas 232-1 y 233-1) y consideraciones que garanticen el correcto tendido de la fibra y seguridad del personal de campo. Se realizó la validación de la implementación mediante inspección visual y realización de pruebas reflectométricas con el equipo OTDR que la contratista ejecutora del trabajo realizó, donde se observó la no existencia de macrocurvaturas, roturas en la fibra óptica, empalmes con alta pérdida, y que los enlaces se respeten según el diagrama esquemático de empalmes de la red.

## INTRODUCCIÓN

Según Tanenbaum y Wetherall en su libro “Redes de Computadoras” Hoy en día con una mayor demanda sostenida a los accesos de banda ancha, es una realidad la consolidación de las tecnologías FTTX. Estas exigen la sustitución del par de cobre y cable coaxial por la fibra óptica, ya que ésta última brinda un mejor performance, con bajas atenuaciones, inmunidad ante interferencias electromagnéticas y convergencia a las diferentes topologías de red. (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p.90).

En la actualidad la necesidad de las empresas de estar conectadas a internet de alta velocidad y enlazarse con otras sedes de las mismas, ha llevado a los operadores que brindan este servicio a satisfacer dichas necesidades a través de la fibra óptica.

Según el Instituto Nacional de Estadística de Informática - INEI, 2019, en su informe técnico “Demografía empresarial en el Perú”. Nos indica que Lima Norte representa un 21.2% de altas de empresas en Lima Metropolitana, las cuales se concentran en los distritos de San Martín de Porres (2044 altas), Los Olivos (1356 altas) y Comas (1290 altas), por tal nos muestra que en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, se sigue incrementando la cantidad de empresas las cuales inician sus actividades, para lo cual es primordial estar conectados a internet, por lo que Optical Networks - operador de telecomunicaciones con uno de sus nodos ubicado en Los Olivos, ha delimitado su zona de cobertura en los distritos ya mencionados para brindar el servicio de internet dedicado simétrico mediante una red de fibra óptica, ampliando así su red en capacidad y cobertura.

En el presente Trabajo de Suficiencia Profesional presenta el estudio previo, durante y después del despliegue de la Red de fibra óptica, el cual consta de 2 capítulos. En el capítulo 1 Marco Teórico, se estudian las bases teóricas y conceptos que sirven como guía para el desarrollo del diseño e implementación de la red de fibra. En el capítulo 2 Metodología de desarrollo del trabajo profesional, se describe la problemática actual del operador, delimitando los alcances,

formulando el problema del presente proyecto. Así mismo se realiza el diseño (rutas de fibra óptica, consideraciones para el diseño de red, materiales, tipo de fibra a utilizar, presupuesto y cronograma de implementación del proyecto). También se realiza la implementación de la red de fibra óptica y validación de la misma a través de la lectura e interpretación de las pruebas reflectométricas.

## **OBJETIVOS**

### **a. General**

Diseñar e implementar la red de fibra óptica de planta externa del operador de telecomunicaciones para brindar el servicio de internet y enlaces dedicados empresariales en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres.

### **b. Específicos**

Diseñar la red de fibra óptica de topología punto a punto que permita al operador brindar el servicio de internet y enlaces dedicados empresariales en la zona de cobertura de los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres.

Implementar la red de fibra óptica de planta externa del operador de telecomunicaciones entre los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres cumpliendo las normativas, estándares fijados por el operador y entidades reguladoras.

Validar la implementación de la red de fibra óptica de planta externa a través de pruebas reflectométricas, de acuerdo a los parámetros definidos por el operador de telecomunicaciones.



# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. Bases Teóricas

Está compuesto por el marco teórico general, en el cual se desarrolla la definición, conceptos, normativas de las redes de fibra óptica y planta externa. También se compone por el estado del arte mediante resúmenes y conclusiones de Revistas y Journals.

### 1.1.1. Marco teórico general

#### 1.1.1.1. Red de fibra óptica

Una red de fibra óptica está formada por sistemas ópticos de comunicaciones que utilizan a la fibra óptica como medio de transmisión y la luz como portador de información. (Tomasi, 2003).

Tomasi (2003) afirma que: “Los sistemas de fibra óptica consisten en una fuente y un destino, que están separados por numerosos componentes y dispositivos que introducen diversas cantidades de pérdida o de ganancia a la señal, al propagarse a través del sistema” (p.462). En la figura 1 se muestra el esquema de 2 sistemas de comunicaciones ópticas, una sin repetidora y otra con repetidora.

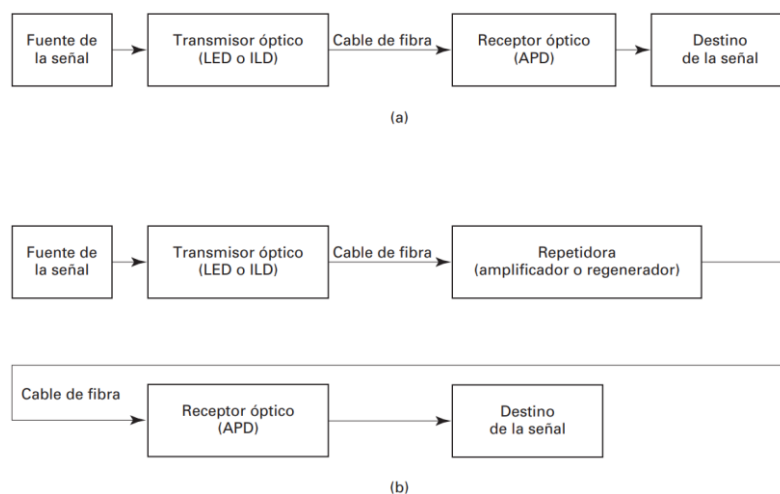


Figura 1. Sistemas de comunicaciones ópticas: (a) sin repetidoras, (b) con repetidoras  
Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 2003

La fibra óptica es una guía de onda dieléctrica constituida de vidrio de silicio o plástico, en forma cilíndrica, donde la información es transmitida en forma de pulsos de luz. (Villacrés y Muriel, 2016).

Una fibra óptica tiene el comportamiento de una guía de onda dieléctrica con geometría cilíndrica. En su configuración más extendida, se encuentra constituida por un núcleo cilíndrico de material dieléctrico rodeado por otro material dieléctrico con un índice de refracción ligeramente inferior. La guía de onda así establecida facilita que las señales se propaguen de manera confinada en su interior. (España, 2005).

Tanenbaum y Wetherall (2012) afirman que:

“La fibra óptica se utiliza para la transmisión de larga distancia en las redes troncales, las redes LAN de alta velocidad y el acceso a internet de alta velocidad como FTTH (...). Un sistema de transmisión óptico tiene tres componentes clave: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector” (p.87).

La fibra óptica tiene propiedades y características destacables como:

- Gran capacidad de transmisión (por la posibilidad de emplear pulsos cortos y bandas de frecuencias elevadas).
- Reducida atenuación de la señal óptica.
- Inmunidad frente a interferencias electromagnéticas.
- Cables ópticos de pequeño diámetro, ligeros, flexibles y de vida media superior a los cables de conductores.
- Bajo coste potencial, a causa de la abundancia del material básico empleado en su fabricación (óxido de silicio). (España, 2005, p.1)

#### 1.1.1.1.1. Parámetros ópticos

Las fibras ópticas presentan parámetros característicos entre los cuales se destacan:

##### a) Atenuación

La atenuación es la pérdida de la potencia de una señal a medida que se propaga. En la fibra óptica dicha reducción de potencia se produce de forma exponencial con respecto a la distancia recorrida. Su unidad de medida es el decibel (dB). (España, 2005)

##### b) Dispersión modal

La dispersión modal se produce por la diferencia que se presenta en los tiempos de propagación de la luz que va por diferentes trayectorias en una fibra óptica, y sólo se presenta en fibras multimodales. (Tomasi, 2003).

##### c) Dispersión cromática

La dispersión cromática ocurre debido a que la luz emitida por los diodos LED, contiene varias longitudes de onda, por lo que cada señal de luz viaja a distinta velocidad y esto deriva en que los rayos de luz que llegan al otro extremo de la transmisión, lleguen desfasados en el tiempo, dando como resultado una señal distorsionada. (Tomasi, 2003).

##### d) Pérdidas por absorción

Las pérdidas por absorción se dan en gran mayoría por las impurezas de los materiales en el proceso de fabricación de las fibras ópticas, causando que las impurezas absorban la luz que se transmite por el medio de transmisión. (Vallejo, 2013)

#### e) Pérdidas por dispersión de Rayleigh

Estas pérdidas se presentan en el proceso de transmisión debido a las imperfecciones e irregularidades submicroscópicas que se generan en la fibra en su proceso de fabricación, causan que la luz transmitida por la fibra se difracte. (Tomasi, 2003). En la figura 2 se observa la pérdida por dispersión de Rayleigh en función de la longitud de onda.

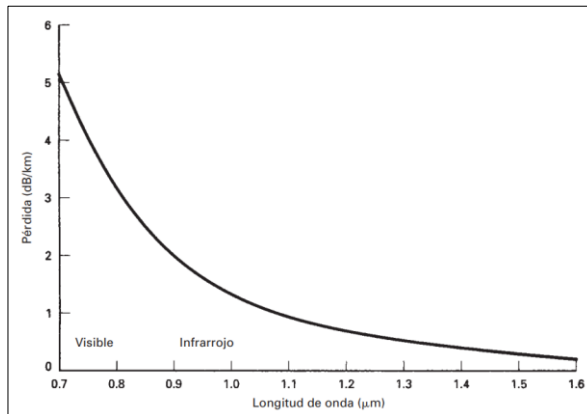


Figura 2. Pérdida por dispersión de Rayleigh en función de la longitud de onda  
Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 2003

#### f) Ancho de banda

Chomycz (1998) afirma: “El ancho de banda de una fibra óptica es una medida de su capacidad de transmisión de información. El ancho de banda de una fibra óptica está limitado por la dispersión total de la fibra (...)” (p.31)

##### 1.1.1.1.2. Tipos de fibra óptica

Según el modo de propagación del haz de luz en los filamentos de fibra se puede clasificar como fibras Monomodo y Multimodo.

#### a) Fibra óptica monomodo

En este tipo de fibra sólo se propaga un modo de luz y su transmisión es paralela al eje de la fibra. Las fibras monomodo permite alcanzar grandes distancias de hasta 400 Km mediante un láser de alta intensidad y transmitir elevadas tasas de información. (Xperts Factory, 2018)

“(…) Estas fibras requieren el uso de transmisores de láser para la inyección de luz, que proporciona alto ancho de banda y baja atenuación con la distancia, por lo que se utilizan en redes metropolitanas y de área amplia” (Villacrés y Muriel, 2016, p.11)

Según la compañía fabricante TELEVES (2019): “Las fibras monomodo suelen trabajar en las ventanas de 1310 y 1550nm, en las que las atenuaciones son mínimas y se emplean en transmisiones de largas distancias”

En la figura 3, se muestra como se transmite el haz de luz en una fibra monomodo a lo largo de su núcleo.

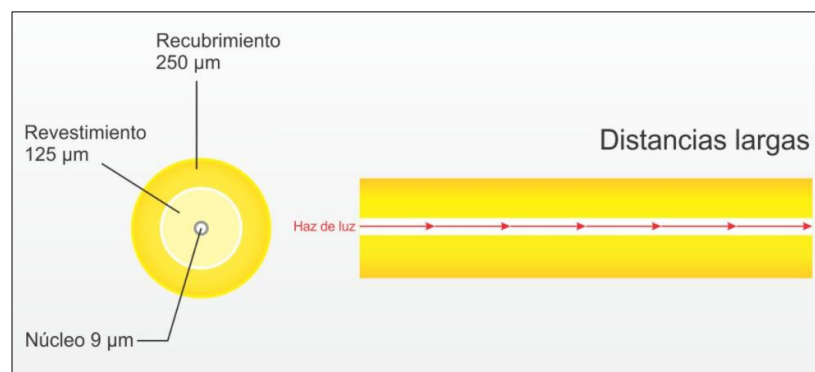


Figura 3. Propagación del haz de luz en una fibra monomodo  
Fuente: <https://blog.incom.mx/entrada/Tipos-de-fibra-óptica-/25>

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) respecto a la normalización de estándares y recomendaciones para cables monomodo resaltan:

- G.652 (Características de fibras y cables ópticos monomodo): La recomendación UIT-T G.652 describe características geométricas, mecánicas y de transmisión de fibras monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en la ventana de 1310nm, inicialmente la fibra UIT-T G.652 fue diseñada para trabajar de manera óptima en la ventana 1310nm, pero suele utilizarse en la ventana de 1550nm sin problemas; dentro de esta recomendación se subdividen en: G.652.A, G.652.B, G.652.C y G.652.D, destacando la G.652.C y G.652.D al poseer un water-peak reducido que le permite ser utilizados en las ventanas 1310nm, 1550nm y

operar a espectro completo por lo que aumenta su capacidad de transmisión.

- G.653 (Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada)
- G.654 (Características de las fibras y cables ópticos monomodo con corte desplazado)
- G.655 (Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula)
- G.656 (Características de las fibras y cables con dispersión no nula para el transporte óptico de banda ancha)
- G.657 (Características de fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión)

#### b) Fibra óptica multimodo

En una fibra multimodo se puede propagar más de un modo de luz. Se usa comúnmente en transmisiones de corta distancia y la electrónica del equipo terminal es barata y simple de diseñar, la fuente de luz normalmente utilizada es un LED. (Chomycz, 1998)

Existen dos tipos de fibra multimodo: la fibra óptica de índice escalón e índice gradual, ambos se diferencian en el perfil del índice de refracción de su núcleo y revestimiento.

- Índice escalonado: Este tipo de fibra óptica presenta índices de refracción del núcleo y revestimiento diferentes, pero constante en toda la sección cilíndrica, presentando alta dispersión modal. (Chomycz, 1998)
- Índice gradual: En este tipo de fibra el índice de refracción del núcleo no es uniforme, presentando baja dispersión modal y mayor ancho de banda que la fibra con índice escalonado. (Chomycz, 1998)

En la figura 4, se muestra como se transmite el haz de luz en una fibra multimodo a lo largo de su núcleo.

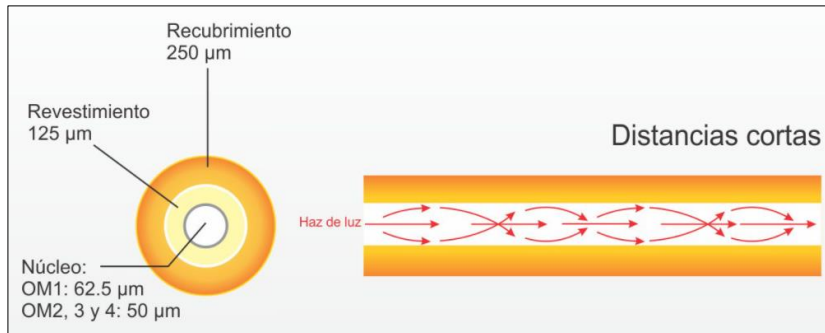


Figura 4. Propagación del haz de luz en una fibra multimodo  
 Fuente: <https://blog.incom.mx/entrada/Tipos-de-fibra-óptica-/25>

### 1.1.1.1.3. Topologías de redes de fibra óptica

Existen distintas topologías de redes de fibra óptica, en la tabla 1 se muestra la clasificación según su punto de terminación, el tipo de equipos y elementos de la red.

Tabla 1. Topologías FTTX

Topología	Alcance	Descripción
FTTH	Fibra óptica hasta la casa	La fibra óptica parte desde la central de ISP hasta el hogar u oficina de abonado.
FTTB	Fibra óptica hasta el edificio o sótano	La fibra óptica parte desde la central del ISP hasta un punto de distribución intermedio dentro del edificio.
FTTC	Fibra óptica hasta el armario	La fibra óptica parte desde la central del ISP hasta un armario de telecomunicaciones ubicado normalmente a menos de 300 m. del abonado.
FTTN	Fibra óptica hasta el nodo	La fibra óptica termina en la central del ISP y se complementa con cables coaxiales o par de cobre para llegar a los abonados.

Fuente: VIAVI Solutions, 2020, Diseño e Implementación de Redes FTTX  
 Adecuado de: <https://www.viavisolutions.com/es-es/diseno-e-implementacion-de-redes-fttx>

#### 1.1.1.1.4. Arquitectura de redes de fibra óptica

##### a) AON (Red Óptica Activa)

Características de las redes ópticas activas:

- Tienen arquitectura punto a punto, donde se establece una conexión de fibra tipo “home run” entre la oficina central y el usuario final.
- Utilizan un transceptor láser que se coloca en la oficina central del ISP, mientras que el otro se encuentra en la ubicación del suscriptor.
- Cubren distancias muy largas y entregar un ancho de banda elevado a cualquier punto.
- Costo elevado para mantener los componentes electrónicos, a su vez la operación de este tipo de red presenta un nivel complejo. (Commscope, 2018)

##### b) PON (Red Óptica Pasiva)

Características de las redes ópticas pasivas:

- Presentan arquitectura punto a multipunto.
- Utilizan divisores de fibra óptica no alimentados, los cuales permiten que una sola fibra óptica de servicio a múltiples usuarios.
- Compuestas por un terminal de línea óptica (OLT) en la oficina central y unidades de red óptica (ONU) o terminales de red óptica (ONT) en la ubicación del usuario.
- A comparación de las arquitecturas punto a punto, PON reduce la cantidad de fibra y el equipo requerido en la oficina central, a su vez es menos complejo de operar. (Commscope, 2018)



### 1.1.1.2. Planta externa

La planta externa es toda la infraestructura exterior compuesta por medios aéreos o enterrados, mediante la cual una empresa de telecomunicaciones o energía ofrece sus servicios. (García, Jiménez y Ponce, 2010)

En el ámbito de las telecomunicaciones, la planta externa es el conjunto de medios que enlazan el nodo del ISP con los abonados, parte de esta infraestructura o red está compuesta por medios aéreos o enterrados, entre ellos cables de fibra óptica, postes, mufas de empalme, cámaras buzones, ductos enterrados que permiten conectar y enlazar la red hasta llegar a la ubicación donde es necesaria. (García, Jiménez y Ponce, 2010)

#### a) Red aérea

La red aérea se encuentra instalada en postes, en la actualidad es masivamente usado por operadores de telecomunicaciones, por la rentabilidad que presentan a diferencia de las redes subterráneas. Este tipo de red está conformada por postes, cables de fibra óptica, cables de medio tramo, ferretería de sujeción y pasante. (García, Jiménez y Ponce, 2010)

#### b) Red subterránea

Este tipo de red es mayormente usado por cables troncales y cables alimentadores de las líneas del abonado, éstos se encuentran instalados a través de cámaras y ductos enterrados aproximadamente 1 metro bajo tierra; su costo de construcción es elevado si se compara con la red aérea. (Montenegro, 2002)

Para (García, Jiménez y Ponce, 2010) algunas de las características principales en esta red son:

- **Fiabilidad:** Ya que proporcionan gran protección mecánica a los cables de fibra óptica instalados, al no estar expuestos a daños por accidentes o hurtos.

- Alta concentración: Permiten la instalación de gran cantidad de cables, a diferencia del tendido aéreo.
- Facilidad de trabajo: Los trabajos de instalación y tendido de fibra óptica en canalizaciones facilitan las labores y las hacen más seguras, a diferencia del tendido aéreo donde se encuentran las redes eléctricas existentes, con las cuales hay que tener más consideraciones y precauciones.

#### 1.1.1.2.1. Infraestructura, elementos y materiales de planta externa

##### a) Canalizaciones

Son las construcciones subterráneas de cámaras o buzones de telecomunicaciones, unidas e interconectadas por ductos de pvc.

Las cámaras de telecomunicaciones estandarizadas en Optical Networks las cuales se emplean en la construcción de la planta externa se muestran en la tabla 2.

*Tabla 2. Tipos de cámaras estandarizadas en Optical Networks*

<b>Tipo de Cámara</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Profundidad</b>
XA	1.5 m	1.0 m	1.2 m
XB	1.2 m	0.6 m	1.0 m

Fuente: Optical Networks, 2018

##### b) Postes

Es la infraestructura principal sobre la cual se realiza el tendido aéreo de los cables de fibra óptica y se instala la ferretería de sujeción, suspensión y reserva. Para redes de telecomunicaciones en zonas urbanas se utilizan principalmente postes de concreto de 9 metros.

Optical Networks (2018) afirma que se debe: Utilizarse materiales, equipos de calidad y procedimientos que cumplan con los estándares especificados en el RNE (Reglamento nacional de edificaciones), seguridad y salud ocupacional (SSO) y la norma técnica peruana (NTP 339.027) sobre las aplicaciones, fabricación, requisitos, procedimientos de postes de concreto a emplearse.

En la figura 5 se muestran 2 postes de concreto, uno de la empresa eléctrica Enel y el otro del operador de telecomunicaciones Optical Networks. Las especificaciones técnicas de los postes de concretos usados por Optical Networks se muestran en el anexo 3.



Figura 5. Poste de alumbrado público (izquierda) y poste de Optical Networks (derecha)  
Fuente: Elaboración propia

### c) Cables de fibra óptica

El fabricante (Sigma Networks, 2017) define al cable de fibra óptica como: “Un cable formado por un conjunto de elementos cuyo cometido es proteger las fibras ópticas contenidas en el mismo. Las propiedades ópticas y de transmisión de estos cables dependen exclusivamente de las fibras ópticas individuales y nada tienen que ver las distintas protecciones”

Existen distintos cables de fibra óptica entre ellas distinguiéndose cables de exteriores e interiores.

Algunos de los cables de fibra óptica de planta externa más comunes son los de tipo ADSS, figura 8, OPGW.

- Cable tipo ADSS (All Dielectric Self Supported): Es un cable dieléctrico autoportado de fibra óptica para instalaciones aéreas en postes. En la figura 6 se muestra su estructura interna.

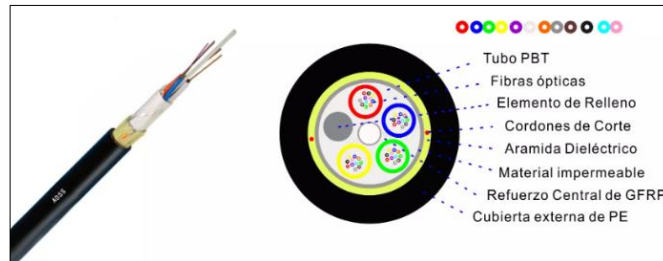


Figura 6. Estructura interna un cable tipo ADSS

Fuente: <https://n9.cl/l7fiu>

- Cable tipo figura 8: Este tipo de cable lleva un mensajero dieléctrico adherido el cual le proporciona mayor rigidez a diferencia del cable ADSS. En la figura 7, se muestra el corte transversal de un cable tipo figura 8.



Figura 7. Estructura interna un cable tipo Figura 8

Fuente: <https://n9.cl/f4nw>

- Cable OPGW: Es un cable de fibra óptica especial el cual es usado para tendidos aéreos en torres de líneas eléctricas de alta tensión. En la figura 8 se muestra un cable tipo OPGW.

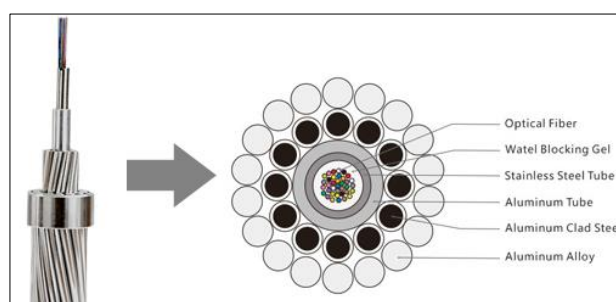


Figura 8. Estructura interna un cable tipo OPGW

Fuente: [https://www.ksdfibercable.com/OPGW\\_Fiber\\_Optic\\_Cable\\_170.html](https://www.ksdfibercable.com/OPGW_Fiber_Optic_Cable_170.html)

d) Mufas o cajas de empalme

A lo largo del recorrido de la fibra óptica en planta externa, ésta se ve sometida a cortes, sangrados y demás procedimientos que requieren el uso de empalmes y conectores, este segmento de fibra óptica donde realizan tales operaciones queda vulnerable ante tensiones u exposiciones en planta externa, es aquí donde aparecen mufas o cajas de empalme, ya que brindan seguridad y protección en contra de las inclemencias externas a las que la fibra óptica está expuesta. (Prieto, 2014)

Existen diversos tipos de mufas, entre ellos destacan las mondragón y las domo, ellas se aprecian en la figura 9.



Figura 9. Mufa tipo mondragón (izquierda) y tipo domo (derecha)  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

### 1.1.2. Marco teórico específico

Se revisaron publicaciones en Revistas y Journals clasificados dentro de los cuartiles Q1 y Q2 de acuerdo al ranking Scimago, los cuales se resumen a continuación:

Takai y Yamauchi (2009), en su artículo de investigación titulado “*Optical fiber cable and wiring techniques for fiber to the home (FTTH)*” publicado en “*Optical Fiber Technology*” discutió sobre la nueva estrategia de gestión a medio plazo del grupo NTT prevé 20 millones de abonados ópticos para 2010, y los laboratorios NTT están avanzando para cumplir este objetivo. Antes de esa fecha, se debe construir una red de acceso óptico eficiente, y después, cuando finalmente llegue la era de las comunicaciones ópticas masivas, las instalaciones y el equipo que soportan la red deberán ser operados y mantenidos de manera efectiva. En los Laboratorios de Sistemas de Servicios de Redes de Acceso de NTT, están desarrollando diversas tecnologías para corresponder al despliegue masivo de servicios de banda ancha óptica. También están desarrollando varias nuevas tecnologías para operar eficientemente los sistemas de redes de acceso óptico que continuarán expandiéndose en el futuro, y para proveer a sus clientes con buenos servicios. Este documento proporciona una visión general de las nuevas tecnologías de sistemas de redes de acceso óptico que están siendo desarrollado en los laboratorios de Sistemas de Servicio de la Red de Acceso de NTT.

En la investigación se concluye que el mercado de acceso a la banda ancha para usuarios masivos se está expandiendo y cambiando de ADSL a FTTH. Y su meta es 20 millones de suscriptores de FTTH para el 2010. Es muy importante que realice una pronta instalación, y establezcan técnicas de operación fáciles para el acceso a las redes ópticas.

En base a lo mencionado en la investigación de Takai y Yamauchi, las redes FTTH se están expandiendo de forma masiva en el mundo, dejando atrás a las tecnologías que utilizan el par de cobre como medio de transmisión.

Addanki, Amiri y Yupapin (2018), en su artículo de revisión titulado “*Review of optical fibers-introduction and applications in fiber lasers*” publicada en “*Results in Physics*” discuten que las fibras ópticas que se consideran guías de ondas pueden aplicarse a aplicaciones de transmisión de luz. La parte central de la fibra óptica está rodeada por una capa de vidrio o plástico llamada revestimiento que se caracteriza por el índice de refracción que es menor en comparación con el índice de refracción del núcleo. Los fenómenos de reflexión interna total son necesarios para los confines finos de la luz dentro de la guía de onda. Básicamente, las fibras ópticas pueden clasificarse en función de la estructura, el número de modos, el perfil del índice de refracción, la dispersión, la capacidad de procesamiento de la señal y la polarización. En este informe, se centra en los tres primeros tipos comunes de fibras ópticas. Como una aplicación común de las fibras, éstas pueden ser usadas en los láseres de fibra para crear y amplificar un estrecho e intenso rayo de luz coherente y monocromática.

Concluyen que la tecnología de fibra óptica se ha utilizado en muchas áreas de las telecomunicaciones, la fotónica, la medicina y la ingeniería. Ha atraído muchos investigadores debido a su rendimiento, baja pérdida, sin interferencias, un mayor ancho de banda y su inherente alta capacidad de transporte de datos. Aunque las fibras ópticas tienen muchas ventajas, todavía existen algunas desventajas asociadas con la tecnología de la fibra óptica. Una de las desventajas de las fibras ópticas es que a pesar de la abundancia natural del material para la construcción de fibras ópticas las fibras son más caras en comparación con los cables de cobre. Otra desventaja es que se necesita mano de obra altamente calificada para la implementación de la fibra óptica.

En la base a lo mencionado por Addanki, Amiri y Yupapin en su revisión, la fibra óptica es un medio de transmisión óptimo que brinda un enorme ancho de banda e inmunidad ante interferencias, utilizado comúnmente en muchas áreas.

Xiang Liu (2019), en su artículo de revisión titulado *“Evolution of Fiber-Optic Transmission and Networking toward the 5G Era”* publicada en “iScience” discute que las redes ópticas prestan apoyo a una amplia gama de servicios de comunicación, incluidos los servicios residenciales, los servicios empresariales y los servicios móviles. La próxima red sin hilos de quinta generación (5G) aporta a las redes ópticas nuevos requisitos como un gran ancho de banda, baja latencia, sincronización a velocidad de acumulación y la capacidad de realizar cortes de red. La necesidad de un gran ancho de banda se debe a las nuevas aplicaciones inalámbricas, como la red masiva de entrada y salida múltiple (MIMO), mientras que la necesidad de una baja latencia y una sincronización precisa se debe principalmente a aplicaciones como la red de acceso radioeléctrico en la nube (C-RAN) y la red coordinada multipunto (CoMP). Esta revisión tiene como objetivo resaltar los dramáticos avances tecnológicos en la transmisión por fibra óptica y en la creación de redes en los últimos años y proporcionar perspectivas sobre lo que se puede esperar en la próxima era de 5G.

En resumen, se examinaron los recientes avances en las tecnologías de transmisión y redes de fibra óptica, que abarcan la modulación y detección ópticas coherentes, la transmisión por súper canal, las nuevas fibras que ofrecen baja pérdida y no linealidad, la amplificación EDFA de banda Súper-C, ROADM/OXC, el acceso óptico de banda ultra-ancha, la red de transporte óptico orientada a la telefonía móvil y el funcionamiento y mantenimiento de redes inteligentes. Se espera que los futuros avances en las tecnologías de transmisión y redes de fibra óptica, posibilitados por una estrecha cooperación y colaboración en la comunidad mundial de las telecomunicaciones, aporten una experiencia de comunicación sin precedentes a nuestra sociedad en la próxima era de 5G durante el decenio de 2020.

En base a lo mencionado en la revisión de Xiang Liu, las redes de fibra óptica de banda ancha serán muchos más necesarias en la actualidad debido a que éstas redes son de gran escalabilidad con las distintas tecnologías que van surgiendo.



## 1.2. Definición de términos básicos

- *Código Nacional de Electricidad (CNE)*: Documentado fijado por el Ministerio de Energía y Minas, donde se establecen reglas y normativas preventivas para la construcción, operación, mantenimiento de las redes eléctricas y comunicaciones.
- *Diagrama de empalme*: Conocido como el diagrama esquemático de la red, donde se muestra la interconexión de los hilos entre los cables de fibra óptica y otros elementos de la red como el nodo proveedor y mufas de empalme.
- *Enel*: Empresa privada que brinda los servicios de distribución de electricidad y que cuenta con infraestructura de planta externa propia.
- *Evap*: Son estudios de Evaluación Ambiental Preliminar que se realizan para conocer de manera anticipada los posibles impactos ambientales que podrían generar la ejecución de determinados trabajos o proyectos.
- *Internet dedicado simétrico*: Conexión de internet con un ancho de banda fijo, la cual está disponible 24/7 y las capacidades de descarga como subida de información son iguales. Posee una conexión exclusiva y reservada, utilizado para proveer al sector corporativo.
- *Mapa de Calor*: Es una representación gráfica donde se muestra la concentración de datos individuales contenidos en una base de datos.
- *MPLS*: Arquitectura de red, que puede funcionar mediante cualquier tecnología de transporte y que permite a los proveedores de internet ofrecer diversos servicios, gestionando y haciendo ingeniería de tráfico IP.
- *Mufa de última milla*: Mufa o caja de empalme desde la cual se atienden abonados, donde se reflejan hilos de fibra óptica a la ODF del nodo.
- *Nodo*: La definición de nodo enfocado de manera particular hacia la infraestructura de una red de telecomunicaciones, es el espacio, lugar o local en el cual se encuentran los equipos de transmisión de red del operador de telecomunicaciones.
- *ODF o Patchpanel*: Armario de distribución, el cual permite gestionar de manera adecuada los cables e hilos de fibra óptica dentro del nodo.

- *Operador de telecomunicaciones o ISP*: Entidad la cual provee el servicio de internet a usuarios mediante diversos tipos de transmisión como: par de cobre, cable coaxial, fibra óptica, wimax o satélite.
- *Pext*: Término abreviado utilizado en el área de telecomunicaciones que hace referencia a la planta externa.
- *Portabobina*: Herramienta mecánica que sirve para transportar el carrete de fibra óptica.
- *RFP (Request for proposal)*: Documento que se elabora de manera interna en la empresa con el objetivo de solicitar a diferentes proveedores o contratistas su mejor solución y presupuesto.
- *Sangrado de fibra óptica*: Es una técnica utilizada para extraer los hilos de un cable de fibra óptica sin necesidad de hacer un corte transversal y truncar la continuidad de los demás hilos o buffers.
- *UIT o ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones)*: Organismo especializado en la regulación de las telecomunicaciones, encargado de elaborar normas técnicas que garantizan la interconexión de redes y tecnologías.
- *Vano*: Se llama vano de una conducción aérea a la distancia entre apoyo y apoyo.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL**

En el presente capítulo se detalla el lugar y fecha de la ejecución del proyecto, así como la problemática a resolver y el rol de supervisión, coordinación y seguimiento en las etapas del proyecto. También se muestra de manera detallada el modelo de solución propuesto (diseño, implementación y validación de la red de fibra óptica).

### **2.1. Delimitación temporal y espacial del trabajo**

#### Delimitación temporal

El presente proyecto fue diseñado e implementado entre Abril de 2019 a Marzo del 2020.

#### Delimitación espacial

El presente proyecto fue ejecutado en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, departamento de Lima, Perú.

### **2.2. Determinación y análisis del problema**

El sector empresarial y corporativo que opera y realiza sus actividades en la zona norte de Lima Metropolitana, cuenta aún con un servicio de internet a través de los medios de transmisión como el par de cobre, cable coaxial u otros medios inalámbricos; como afirma y sustenta Tanenbaum y Wetherall en su libro "Redes de Computadoras" estos medios de transmisión tienen varias limitantes y problemas como las altas atenuaciones que presentan, ancho de banda limitado y son sensibles a interferencias lo que causa intermitencia o pérdida temporal del servicio que se brinda a través de estos medios, por ello hoy en día la fibra óptica está sustituyendo a estos medios de transmisión tradicionales, ya que tiene altas prestaciones como gran ancho de banda, inmunidad ante interferencias electromagnéticas y atenuaciones mínimas, lo que está haciendo una realidad la consolidación de las tecnologías FTTX.

En la actualidad las empresas necesitan estar conectadas siempre a internet o interconectadas con otras sedes de las mismas, la intermitencia o pérdida temporal del servicio ocasiona pérdidas económicas e impacta en el desarrollo institucional de estas empresas. Según el Instituto Nacional de Estadística de Informática - INEI, 2019, en su informe técnico “Demografía empresarial en el Perú”, nos indica que Lima Norte representa un 21.2% de las empresas que inician sus actividades en el tercer trimestre del 2019 en Lima Metropolitana, las cuales se concentran en los distritos de San Martín de Porres (2044 altas), Los Olivos (1356 altas) y Comas (1290 altas).

Optical Networks, operador de telecomunicaciones reconocido como tal mediante la Resolución Vice Ministerial 111-2014-MTC/03, en la actualidad brinda el servicio de internet y enlaces dedicados empresariales a un sector reducido en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, y se ha visto saturado en capacidad y limitado en cobertura para brindar el servicio a nuevos clientes del sector empresarial, por tal es primordial y surge la necesidad de implementar una nueva red de fibra óptica de alta capacidad, con el objetivo de abarcar parte del mercado que no es atendido por los operadores tradicionales y crecer institucionalmente a nivel nacional como operador de telecomunicaciones, estos planes basándose en el cumplimiento y amparo de la ley N°29022 "Ley para la expansión de infraestructura de telecomunicaciones".

### 2.3. Modelo de solución propuesto

El modelo de solución propuesto comprende el Diseño e implementación de la red de fibra óptica pext del operador de telecomunicaciones, dividiéndose en 2 etapas. La primera etapa de diseño de la red de fibra óptica, la cual se llevó a cabo analizando la red actual del operador, identificando las consideraciones y parámetros de la red, realizando el diseño de gabinete de la red, validando en campo el diseño, estableciendo los materiales y elementos de la red, y culminando la etapa de diseño con el presupuesto de implementación. La segunda etapa del proyecto es de Implementación y despliegue de la red de fibra óptica, en la cual subdivide en la planificación y gestión de los trabajos, ejecución de obras civiles, implementación de fibra óptica y culminando con la validación de la red de fibra óptica implementada. En la figura 10 se muestra el flujograma de las etapas del proyecto.

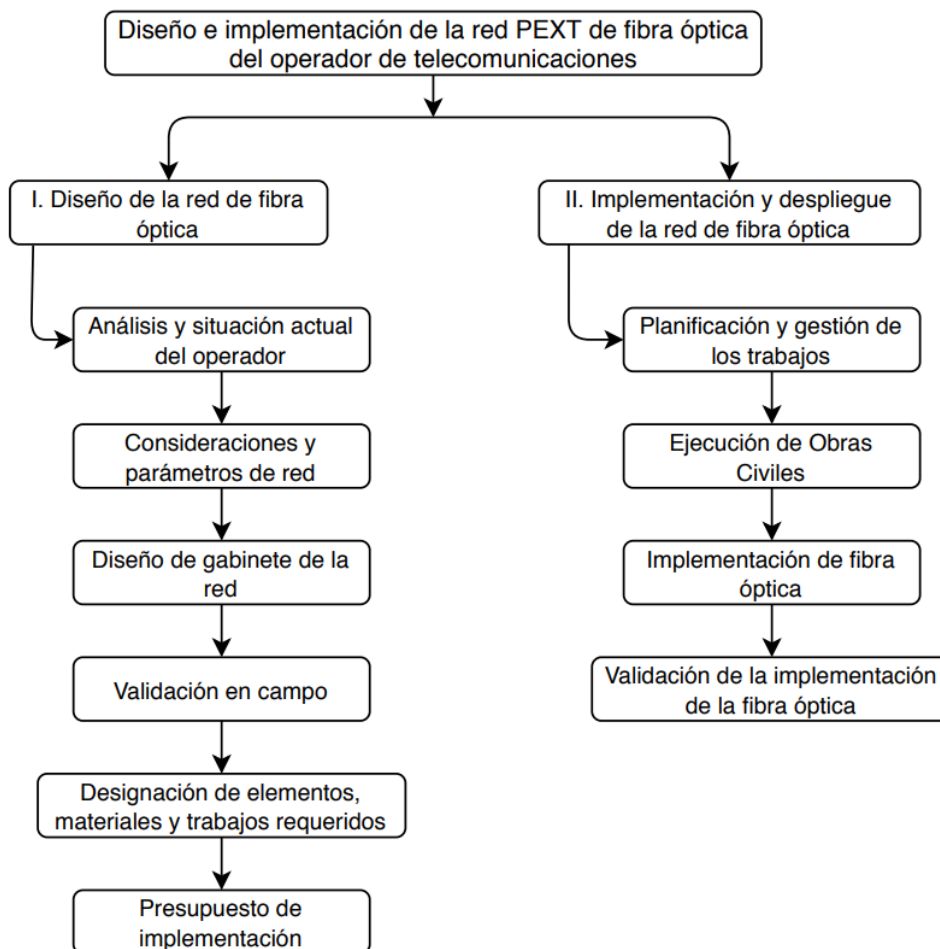


Figura 10. Diagrama de las etapas del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

A modo de seguimiento y validación del proyecto, en el anexo 4, se muestra el checklist del ciclo de vida del proyecto donde se presentan las etapas ejecutadas, culminadas y validadas, abarcando desde la etapa de diseño hasta la implementación de la red de fibra óptica de planta externa.

Así mismo se presenta un análisis económico - financiero, estimando los gastos de inversión de capital (CAPEX), gastos en operación y mantenimiento (OPEX) y construyendo el flujo de caja del proyecto; validando a su vez la rentabilidad y viabilidad del proyecto ejecutado realizando el cálculo de los indicadores económicos VAN y TIR.

### **2.3.1. Diseño de la red de fibra óptica**

El diseño de la red de fibra óptica comprende las subetapas de análisis de la situación actual de operador, determinación de las consideraciones y parámetros de la red, el diseño de gabinete, la validación en campo, cuantificación de elementos, materiales, trabajos requeridos de la red y elaboración del presupuesto de implementación. El cronograma de la etapa de diseño comprende 19 días y su diagrama de Gantt se presenta en el anexo 5.

#### **2.3.1.1. Análisis y situación actual de la red del operador**

El operador de telecomunicaciones para el cual se desarrolló el diseño cuenta con una Red Metropolitana de alta velocidad propia que se basa en un anillo 100% de fibra óptica que recorre toda la ciudad de Lima y el Callao.

La red del operador cuenta con 62 nodos distribuidos en los distintos distritos de la provincia de Lima, de los cuales 12 de ellos forman la capa core de la red, en ella utiliza la tecnología de transmisión Ten Gigabit Ethernet basada en la topología MPLS redundante en anillo, lo que evita la pérdida de comunicación en el caso fortuito de que una de las interfaces de intercomunicación del anillo principal dejase de funcionar.

Las zonas de cobertura de cada uno de los nodos, se han designado y delimitado por el área de Planificación de Red. Las coberturas de red no están basadas exactamente por los límites distritales, sino en diversos estudios de factibilidad técnica de infraestructura, diferencias geográficas entre terrenos y ubicación de los nodos.

El nodo proveedor desde el cual se realizó el diseño de la red de fibra óptica, ya contaba con red de planta externa existente, desde la cual se atendían abonados, transportaba el tráfico de la red y mantenía conexión con los demás nodos del operador; el requerimiento de un nuevo diseño surgió ya que la red existente se vió saturada y no tenía capacidad de atender nuevos abonados, así mismo no cubría toda la zona de cobertura destinada a dicho nodo. El nodo proveedor se encuentra ubicado en la Urbanización Santa Elisa I, distrito Los Olivos y la zona de cobertura para el diseño del proyecto abarca parte de los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, como se muestra en la figura 11.

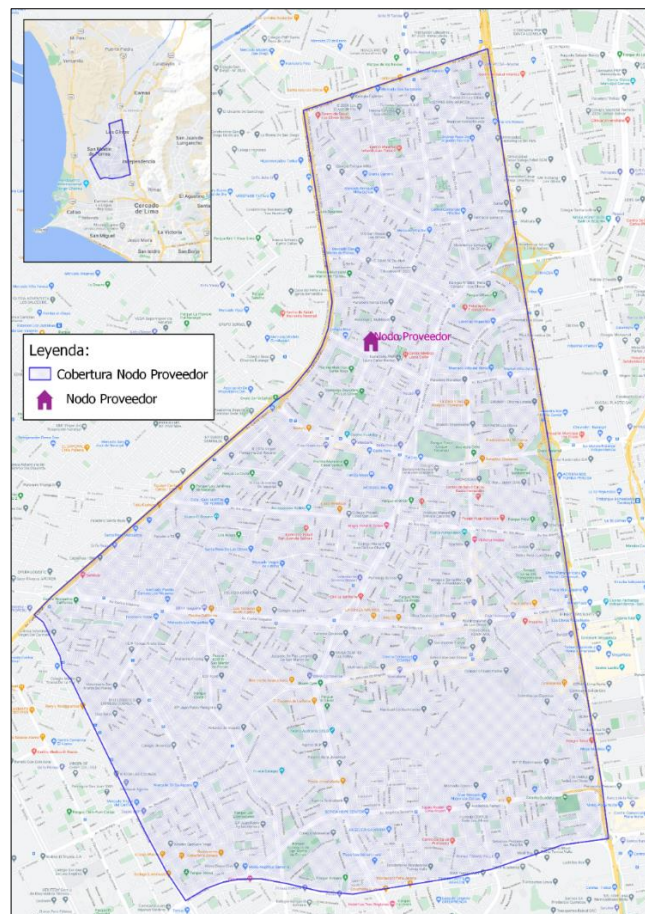


Figura 11. Zona de cobertura en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS

### 2.3.1.2. Consideraciones y parámetros de la red

La red a desplegar está orientada a brindar el servicio de enlaces dedicados simétricos 1:1 asegurados al 100% de su velocidad y ancho de banda, por lo que a cada abonado se asignará 01 hilo de fibra óptica desde una manga de empalme que se reflejará en el patchpanel u ODF en el nodo proveedor. Así mismo la red planteada tiene la capacidad de brindar servicios de fibra oscura a otros operadores o entidades que requieran arrendar hilos de fibra óptica. En la figura 12, se muestra la estructura de la red del operador de telecomunicaciones y la topología punto a punto propuesta para los clientes corporativos.

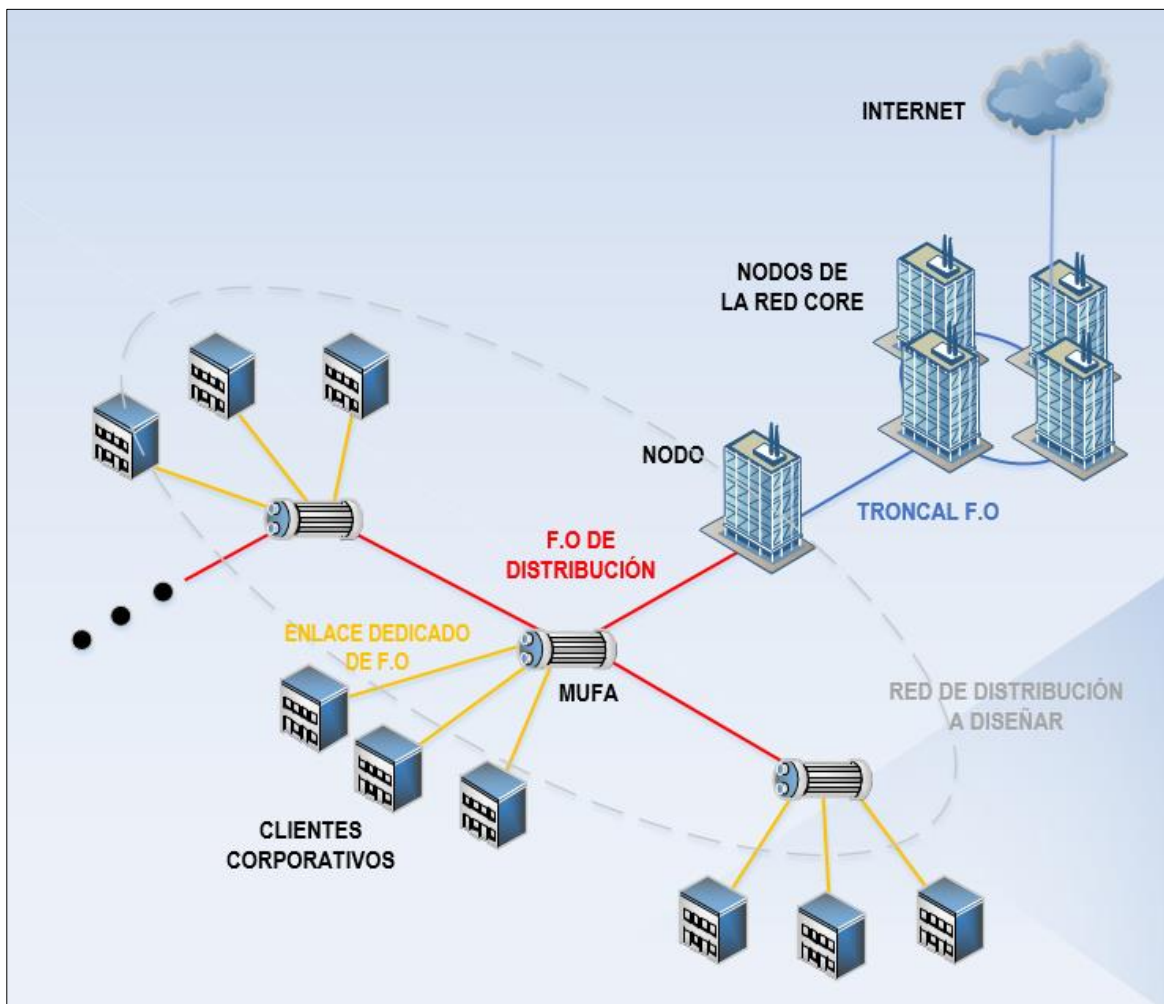


Figura 12. Estructura de la red del operador y topología punto a punto propuesta  
Fuente: Elaboración propia utilizando software Microsoft Visio



Fijado el modelo y topología de red a diseñar, se detallan las consideraciones y criterios estandarizados en Optical Networks referente al uso de infraestructura de planta externa existente, proyección de nuevas infraestructuras, consideraciones y especificaciones de los cables de fibra óptica y mufas de empalme, indicados en los documentos “Especificaciones y normas técnicas para la ejecución de obras civiles en la planta externa, 2018” y “Normatividad de planta externa - tendido”, elaborados por la Jefatura de planta externa de Optical Networks.

a) Consideraciones para uso de infraestructura existente

- ✓ Se considera como primera opción utilizar infraestructura propia existente del operador (postes y canalizados)
- ✓ En caso no tener infraestructura propia en la zona de tendido, se contempla realizar los apoyos de fibra en postes de concreto de la empresa Enel.
- ✓ Se considera sólo postes de concreto de alumbrado público y baja tensión sin sifón eléctrico, de 8 m, 9m, y 11m, que se encuentren en buen estado.
- ✓ Se considera la proyección de nueva infraestructura (postes y canalizados) en zonas donde no es posible mantener la continuidad de la ruta con infraestructura existente que cumpla las consideraciones indicadas líneas arriba.

b) Consideraciones y criterios para proyección de infraestructura

- ✓ El estándar de cámara a construir es del tipo XB, sólo se proyecta el tipo XA en casos excepcionales como al cruce de carreteras o avenidas principales y donde se deban instalar gran cantidad de cables de fibra óptica y mufas.
- ✓ La conexión y continuidad entre cámaras se realiza con ductos de pvc de 4”. El sifón de cámara a poste de concreto se realiza mediante ductos pvc de 3”.
- ✓ Canalizaciones serán proyectadas para realizar cruces bajo líneas de alta tensión.
- ✓ El estándar de poste a instalar es de 9 m. de concreto, sólo en casos excepcionales al cruce de avenidas principales o comúnmente transitadas por camiones se proyectará postes de concreto de 11 m.

- ✓ La proyección de postes se realizará en los límites de propiedad, donde no obstaculice cocheras, así mismo deberá respetarse las secciones viales. De proyectarse postes cerca de esquinas de calles, jirones o avenidas, deberá proyectarse antes del martillo de la vereda.
- ✓ Evitar proyectar postes que se encuentren paralelos a líneas de media tensión.

c) Consideraciones y especificaciones de cables de fibra óptica

- ✓ Se utilizan cables de fibra óptica ADSS monomodo spam 100 m. de 96 y 48 hilos según sea necesario.
- ✓ Se consideran los cables de fibra óptica ADSS de 96 hilos (Ø12 mm), 48 hilos (Ø11 mm).
- ✓ Vano máximo a considerar realizando apoyos en postes de alumbrado público: 50 m.
- ✓ Vano máximo a considerar realizando apoyos en poste propios de Optical Networks: 70 m.

d) Características de las mufas de empalme

- ✓ Se considera un máximo de 128 fusiones como capacidad máxima en cada mufa.
- ✓ Mufa debe contar con el estándar de hermeticidad IP68.
- ✓ En cada mufa se dejan 12 o 6 hilos del cable de fibra óptica que se reflejarán en patchpanel del nodo para la atención de abonados.

### 2.3.1.3. Diseño de gabinete

Para determinar las rutas de fibra óptica, ubicación de mufas y dimensionamiento de la capacidad de los cables de fibra óptica, se tomaron en cuenta los mapas de calor generados en el software QGIS con la base de datos potenciales clientes en la zona de cobertura del nodo proveedor, así mismo se considera fijar las rutas de fibra óptica principalmente por avenidas y jirones principales, ya que la red en proyección está orientada a atender empresas por lo que generalmente están ubicadas en avenidas o jirones comerciales.

En la figura 13, se muestra la tabla de atributos en el software QGIS de la base de datos existente, donde se detallan las razones sociales, direcciones, coordenadas y demás datos de las empresas que han solicitado de manera formal la intención de contratar el servicio del operador, dicha información fue proporcionada en un archivo shapefile por el área comercial del operador.

mes	raz_social	direccion	departamen	Lima/Provi	servicio	
abril	ACCEPTA PERU S.A.C	AV. CARLOS IZAGUIRRE NRO. 992 URB. LAS PALMERAS, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10f
noviembre	AGROEXPORTADORA VIRGEN DEL ROSARIO S.A	1 JR. LOS ASTILLEROS NRO. 678, SAN MARTIN DE PORRES, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
noviembre	AGROEXPORTADORA VIRGEN DEL ROSARIO S.A.	AV. UNIVERSITARIA URB. NARANJAL, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
diciembre	AGROEXPORTADORA VIRGEN DEL ROSARIO S.A.	1 AV. CONRAY GRANDE, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
noviembre	AGUAYO MUCHA WILLIAM JOEL	MZ. G LT. 27 AAHH. BAHIA BLANCA, SAN MARTIN DE PORRES, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10f
octubre	ALOSA S.R.L.	AV. CARLOS IZAGUIRRE NRO. 918, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
noviembre	AMBIENTA PERU S.A.C	AV. UNIVERSITARIA, LIMA, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
octubre	AMERICATEL PERU S.A.	AV. UNIVERSITARIA NORTE MZ. C LT. 1 URB. RESIDENCIAL COMERCIAL, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima		7f
agosto	ARIAS ECHEVARRIA JORGE GIANPIERRE	JR. IGNACIO MERINO NRO. 3707 URB. PANAMERICANA NORTE, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	5f
octubre	ARIAS ECHEVARRIA JORGE GIANPIERRE	JR. IGNACIO MERINO NRO. 3707 URB. PANAMERICANA NORTE, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	5f
octubre	ARIAS ECHEVARRIA JORGE GIANPIERRE	JR. IGNACIO MERINO NRO. 3707 URB. PANAMERICANA NORTE, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	LAN Center	5f
junio	ARONA SPORT S.A.C.	AV. ANTUNEZ DE MAYOLO NRO. 1430 OF. 301, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	40
junio	ARONA SPORT S.A.C.	1AV. ANTUNEZ DE MAYOLO NRO. 1430 OF. 301, LOS OLIVOS,	Lima	Lima	Internet	40
mayo	ARONA SPORT S.A.C.	CALLE 3 MZ. M, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10f
julio	ASOCIACION CULTURAL DE LA LENGUA PORTUGUESA	AV. UNIVERSITARIA NRO. 3246, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
noviembre	ASOCIACION EDUCATIVA CELESTINE FRAINET	JR. CARLOS A SALAVERRY NRO. 3816, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
julio	ATELIX SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - ATELIX S.A.C.	AV. CARLOS IZAGUIRRE NRO. 987, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	Internet	10
abril	AUTOMOTRIZ GENERAL DEL PERU S.A.	AV. CARLOS IZAGUIRRE 1302 - URB. ANGELICA GAMARRA	Lima	Lima	Internet	15
noviembre	AZNARAN CASTRO LAURA JESUS PATRICIA	CALLE JAZMINES DE NARANJAL MZ. F2 LT. 2, LOS OLIVOS, LIMA, LIMA	Lima	Lima	LAN Center	10

Figura 13. Tabla de atributos en QGIS de potenciales clientes en la zona de cobertura  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

El archivo shapefile de la base de datos se procesó en el software QGIS, en este procesamiento las 269 empresas interesadas en contratar el servicio del operador se muestran como puntos georeferenciados en un mapa, tal como se muestra en la figura 14.

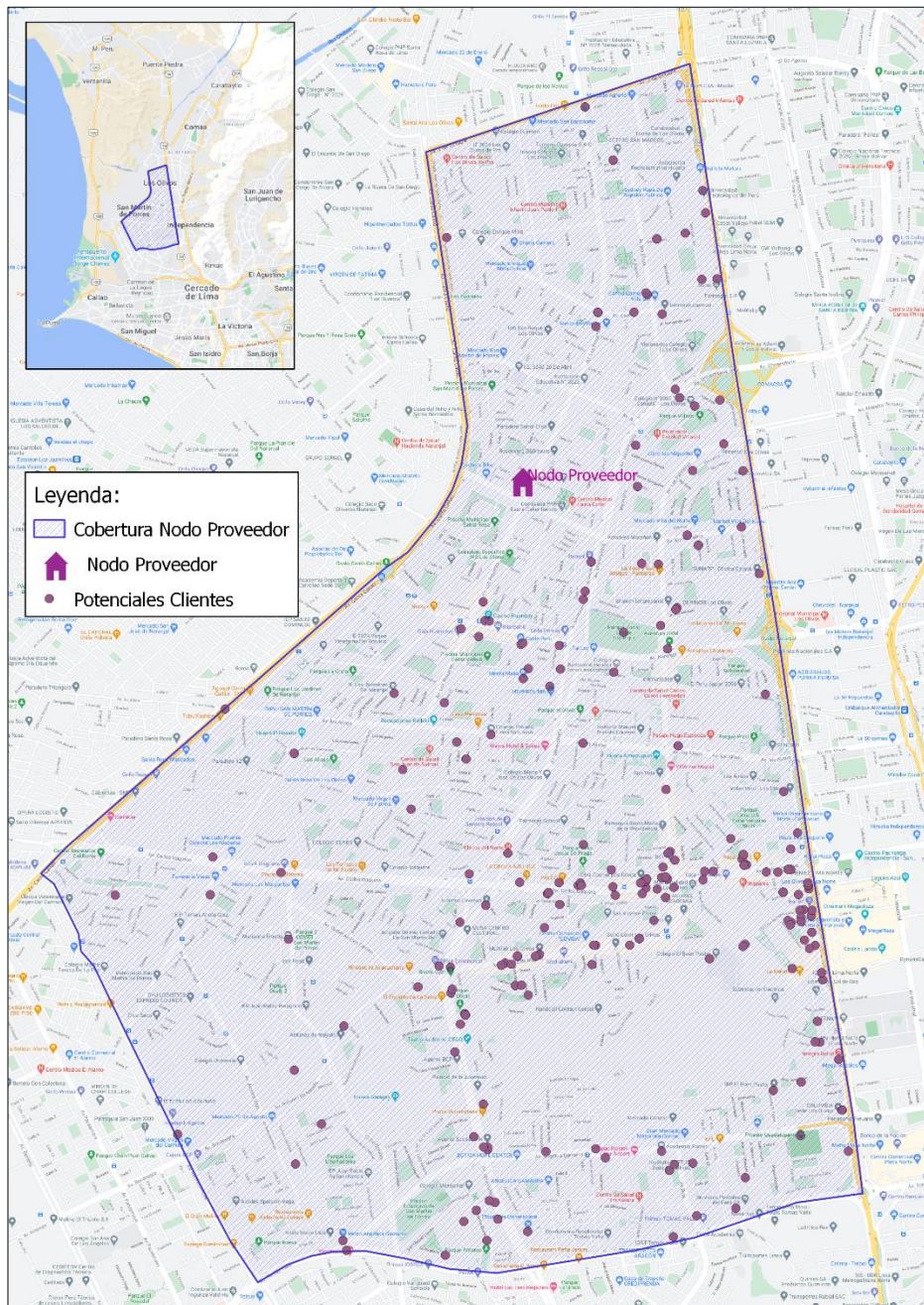


Figura 14. Empresas interesadas en contratar el servicio en la zona de cobertura  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS

Mediante la técnica y herramienta del QGIS - mapas de calor se muestra de una manera gráfica la concentración de los puntos georeferenciados por zonas, donde el color rojo muestra alta concentración de empresas interesadas en contratar el



servicio de enlaces dedicados y por el contrario el color verde con transparencia una baja concentración, tal como se muestra en la figura 15.

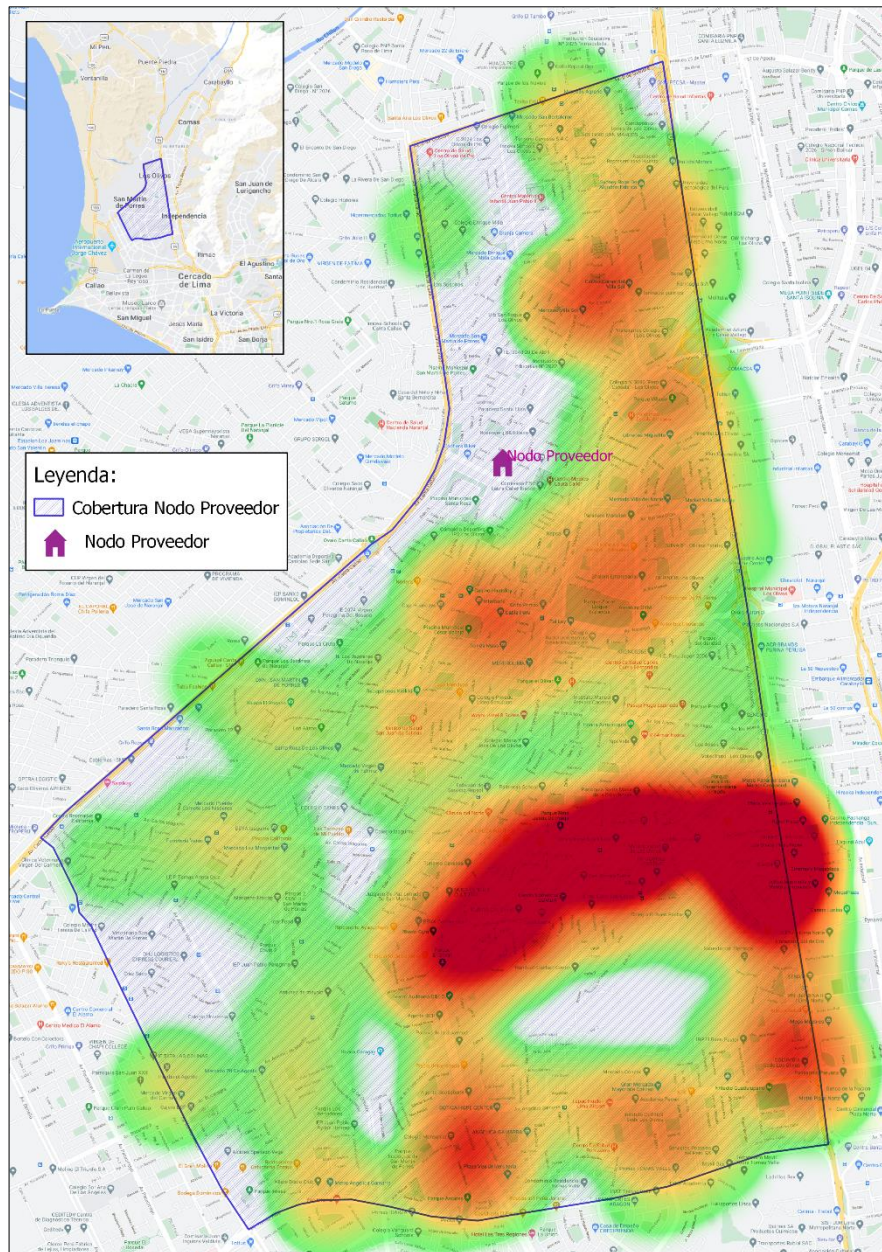


Figura 15. Mapa de calor empresas interesadas en contratar el servicio en la zona de cobertura  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS

Luego de realizar la revisión y análisis de infraestructura, red existente y concentración de empresas, se sectorizó en 3 zonas la cobertura, proyectando respectivamente 3 troncales (rutas) de fibra óptica que se desplegaron desde el nodo. A su vez se designan las ubicaciones de mangas de empalme, dimensionamiento de cables e hilos de fibra óptica y elabora los diagramas de fusiones. En el anexo 6, se muestran los diagramas de empalme del proyecto.



a) Ruta 01

Se diseñó la ruta 01 con cables de fibra óptica de 96 hilos, que a lo largo de su recorrido se irán sangrando y fusionando con otros cables de 96 y 48 hilos, a su vez en esta ruta se reutilizan mufas y tramos de fibra óptica existente, los cuales tienen buffers disponibles. En la figura 16 se muestra la ruta de los cables de fibra y la ubicación de mufas.

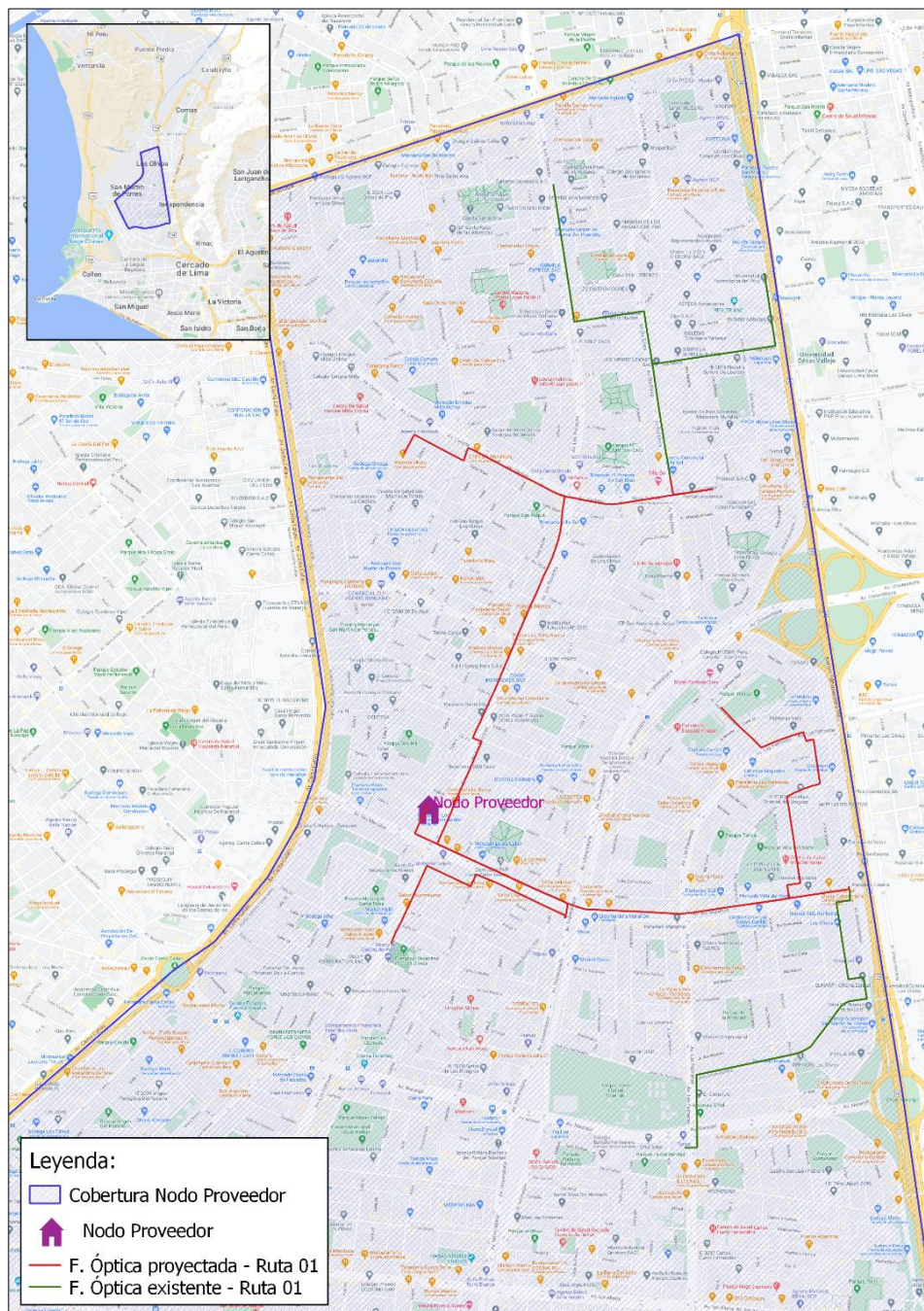


Figura 16. Cables de fibra óptica proyectados de la ruta 01  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS



b) Ruta 02

El diseño de la ruta 02 está conformada por cables de fibra óptica de 96 hilos, que a lo largo de su recorrido se irán sangrando y fusionando con otros cables de 96 y 48 hilos, en esta ruta todo será nuevo, no se reutilizará red existente. En la figura 17 se muestra la ruta de los cables de fibra y la ubicación de mufas.

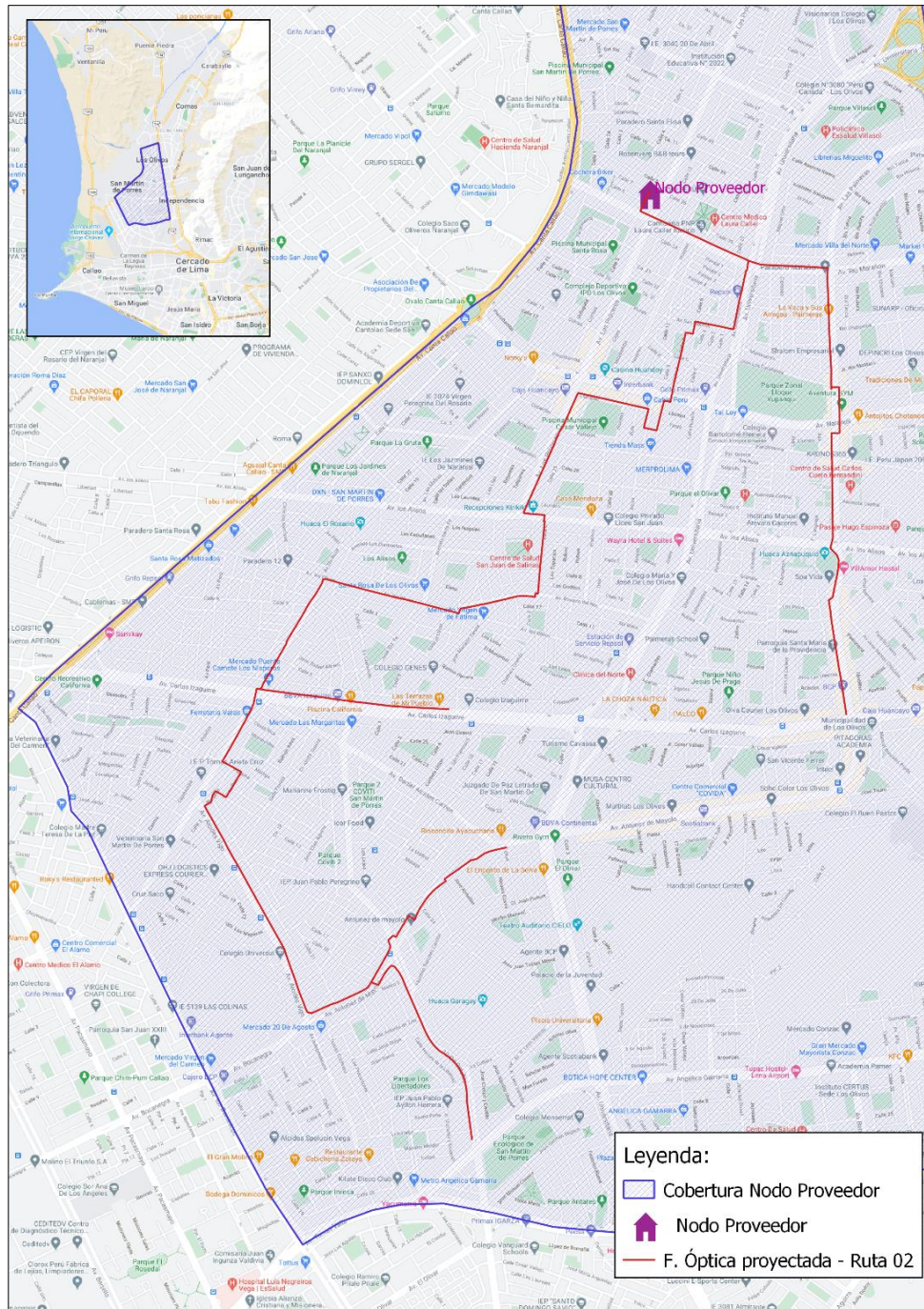


Figura 17. Cables de fibra óptica proyectados de la ruta 02  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS



c) Ruta 03

El diseño de la ruta 03 está conformada por cables de fibra óptica de 96 hilos, que en su recorrido se sangrará y será fusionado con un ramal (fibra de 48 hilos), en esta ruta sólo se utilizará una manga existente, las demás mufas y cables de fibra serán nuevos. En la figura 18 se muestra la ruta de los cables de fibra y la ubicación de mufas.

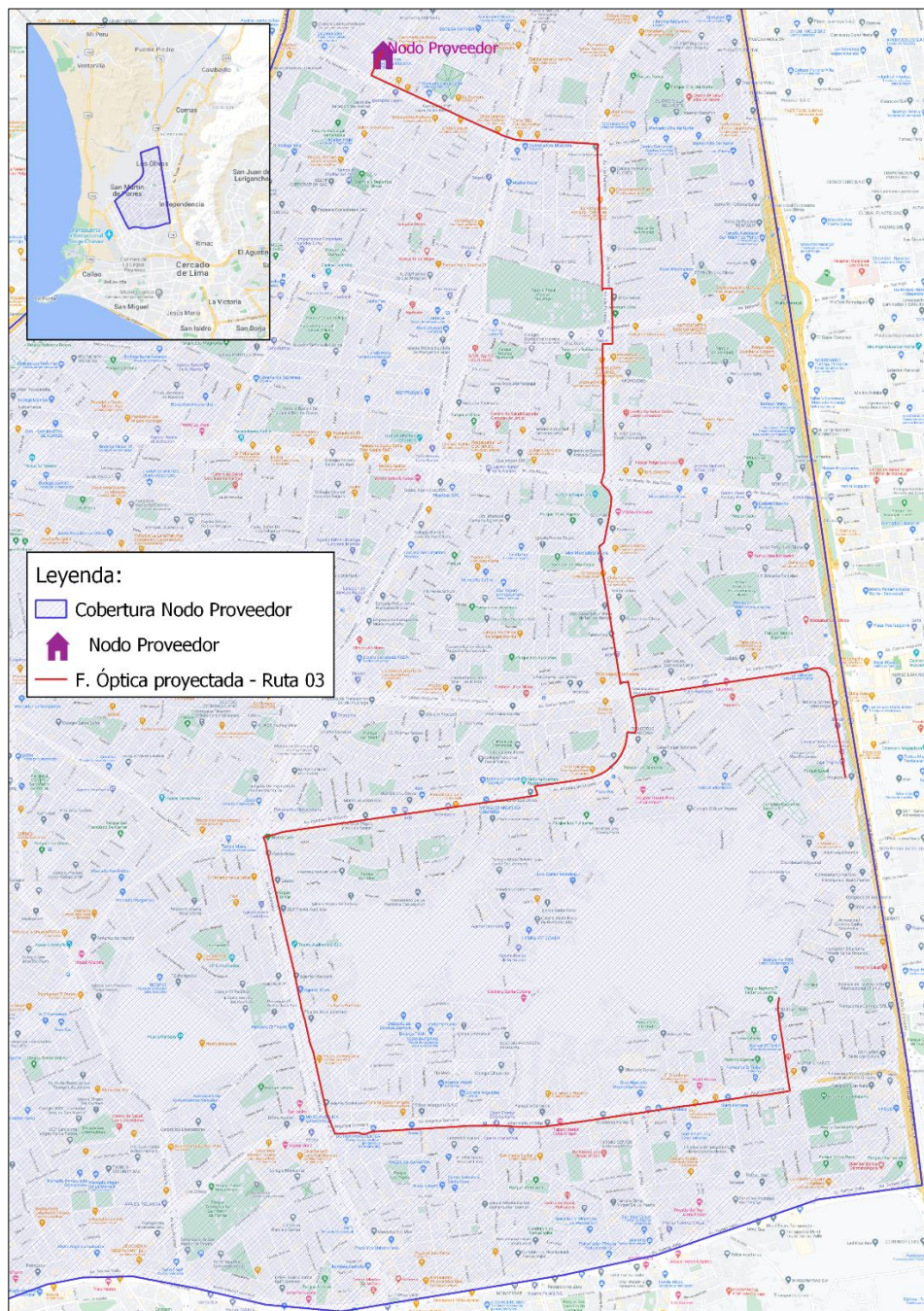


Figura 18. Cables de fibra óptica proyectados de la ruta 03  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS



#### 2.3.1.4. Validación en campo

Luego de realizar el diseño de gabinete con las rutas y ubicación de mufas proyectadas se realizó la inspección en campo, donde se corroboró información y validó el estado de la infraestructura existente y se proyectó nueva infraestructura respetando lineamientos, normativas de las entidades reguladoras, arrendadoras de infraestructura y propias del operador ya detalladas dentro de la sección (2.3.1.2). Así mismo se realizaron tomas fotográficas panorámicas por donde se proyectó desplegar la fibra óptica, dichas fotografías fueron requeridas para la elaboración de los expedientes y permisos municipales para el tendido de fibra y ejecución de las obras civiles.

El recorrido en campo se inició desde el nodo proveedor, ubicado en la Urbanización Santa Elisa I, distrito Los Olivos (11°58'07.5"S, 77°04'49.1"W), validando los espacios para las ODF en el rack y la factibilidad técnica para el recorrido interno y acceso al local de la fibra óptica, tal como se muestra en la figura 19.



Figura 19. Inspección de factibilidad en campo iniciado desde nodo proveedor  
Fuente: Elaboración propia

La inspección en campo fue realizada a todo el recorrido en pext de las 3 rutas proyectadas de fibra óptica, en la figura 20, se muestra el recorrido proyectado en la Av. Próceres de Huandoy Cdr. 49 y 48, donde se validó la factibilidad de tendido aéreo sobre estructuras de la empresa Enel.



Figura 20. Inspección de factibilidad en campo Av. Huandoy Cdr. 49-48  
Fuente: Elaboración propia

Continuando con la validación en campo, en la figura 21, se muestra el recorrido proyectado de la fibra óptica en la Av. Las Palmeras Cdr. 41 y 40, donde también se validó la factibilidad del tendido aéreo sobre estructuras de Enel.



Figura 21. Inspección de factibilidad en campo Av. Las Palmeras Cdr. 41-40  
Fuente: Elaboración propia

Realizada la inspección total de las rutas en campo y culminado el levantamiento de información, se elaboraron los planos de diseño en AutoCAD de tendido de fibra óptica y de obras civiles. (Ver anexo 7 y 8).

En la tabla 3 se muestra la información contenida en cada plano CAD elaborado.

*Tabla 3. Planos de diseño de tendido de fibra óptica y Obras civiles*

<b>Tipo de Plano</b>	<b>Descripción</b>
Tendido	Se detalla los tramos de fibra óptica a instalar, ubicación de mufas, ubicación de reservas, acometida al nodo, infraestructura sobre la cual se pretende realizar los apoyos. Así mismo la cantidad de fibra requerida para los tramos proyectados (considerando reservas, bajadas y subidas de sifón, desarrollos de cámaras, ingreso a nodo, reserva para empalme/fusión y un adicional de 2%)
Obras Civiles	Se detallada los postes y canalizaciones proyectadas con cotas, indicando ubicaciones y especificaciones de los elementos por instalar/construir.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se registra a detalle los 724 postes existentes a utilizarse como apoyos para desplegar la red de fibra.

*Tabla 4. Cantidad postes existentes a utilizar*

<b>Tipo estructura existente</b>	<b>Cantidad</b>
Poste de concreto baja tensión - Enel	706 und.
Poste de concreto 9 m - Optical Networks	18 und.
Poste de concreto 11 m - Optical Networks	0 und.
<b>Total</b>	<b>724 und.</b>

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

En la tabla 5, se registra a detalle los 49 postes proyectados requeridos para el despliegue de red.

*Tabla 5. Cantidad postes proyectados*

<b>Tipo estructura proyectada</b>	<b>Cantidad</b>
Poste de concreto 9 m - Optical Networks	47 und.
Poste de concreto 11 m - Optical Networks	2 und.
<b>Total</b>	<b>49 und.</b>

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

En la tabla 6, se muestra la cantidad de canalizaciones y cámaras proyectadas a construirse en la red.

*Tabla 6. Cantidad de canalizaciones y cámaras proyectadas*

<b>Tipo estructura proyectada</b>	<b>Cantidad</b>
Canalizaciones	620.50 m.
Cámaras tipo XB	10 und.

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

### 2.3.1.5. Elementos, materiales y trabajos requeridos para el despliegue de red

De acuerdo a las características y dimensionamiento de red, entre las áreas de Planificación de Red y Logística se estandarizó para los proyectos a los cables de fibra óptica ADSS monomodo que cumplan con la recomendación ITU-T G.652.D, la cual certifica que la fibra óptica trabaje óptimamente en la segunda (1310 nm) y tercera (1550 nm) ventana de transmisión, ya que la distancia de los enlaces es media entre 0.5 Km a 12 Km. En la tabla 7 se muestra los cables de fibra óptica designados de marca ZTT, en el anexo 9 de proporciona su datasheet.

*Tabla 7. Cable de fibra óptica designado para la red*

<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Span</b>	<b>N° de hilos</b>	<b>Ventanas de trabajo</b>
ZTT	OFC-96G.652D-FA-SA-S1	Monomodo ADSS	100 m.	96	1310/1550 nm
	OFC-48G.652D-FA-SA-S1	Monomodo ADSS	100 m.	48	1310/1550 nm

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

Acorde al dimensionamiento de la red, referente a cantidad de fusiones y sangrados de los cables de fibra óptica se designó la mufa de tipo mondragón con capacidad para 128 fusiones y con estándar de hermeticidad IP68w. En la tabla 8, se muestra los detalles de la mufa de marca Revenga Smart Solutions designada para la red, en el anexo 10 se proporciona su datasheet.

*Tabla 8. Mufa designada para la red*

<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Capacidad de fusiones</b>	<b>Protección</b>
Revenga Smart Solutions	FOPT	Mondragón	128 und.	IP68w

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

Dimensionando la cantidad de fibra óptica para el proyecto, se elaboró la tabla 9, donde se muestra de manera detallada la cantidad de fibra requerida de 96 y 48 hilos, siendo esta un total de 32,513.00 m. de fibra óptica.

*Tabla 9. Fibra óptica requerida para el proyecto*

<b>Cable</b>	<b>Cantidad (m)</b>			<b>Total</b>
	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 02</b>	<b>Ruta 03</b>	
Cable fibra óptica ADSS 96H	5,390.00	10,690.00	9,601.00	25,681.00
Cable fibra óptica ADSS 48H	2,270.00	3,252.00	1,310.00	6,832.00
<b>Fibra óptica total de proyecto</b>				<b>32,513.00</b>

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

En la tabla 10, se cuantifican los principales trabajos y materiales requeridos para la implementación de la nueva red.

*Tabla 10. Trabajos y materiales proyectados para la implementación*

<b>Item</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>
Mufas	Und	29.00
Sangrados de fibra óptica	Und	9.00
Fusiones	Und	587.00
ODF/Patchpanel FO 48H	Und	6.00
Brazo extensor metálico	Und	65.00
Hebilla acerada ½ band-it	Und	1,746.00
Cinta band-it ½	Mts	1,396.80
Clevis con aislador	Und	873.00
Preformado 02 hilos p/ FO 96H	Und	514.00
Preformado 02 hilos p/ FO 48H	Und	137.00

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

### 2.3.1.6. Presupuesto de Implementación

En la tabla 11, se muestra a detalle el costo presupuestado de S/. 236,309.99 para los trabajos de tendido e implementación de fibra óptica.

Tabla 11. Presupuesto de Tendido de fibra óptica

<b>Materiales de tendido y fusión de fibra óptica</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Costo total S/.</b>
F. Óptica ADSS 96 SM-Span 100	Und	25,681.00	4.67	119,930.27
F. Óptica ADSS 48 SM-Span 100	Und	6,832.00	2.96	20,222.72
Hebilla Acerrada 1/2 Band-It	Und	1,790.00	0.80	1,432
Cinta Band it (Fleje d/Acero 1/2)	Und	1,432.00	2.94	4,210.08
Clevis con Aislador de Loza	Und	873.00	3.38	2,950.74
Preformado 02 hilos FO96	Und	514.00	5.04	2,590.56
Preformado 02 hilos FO48	Und	137.00	5.04	690.48
Cruceta Metálica para FO	Und	22.00	22.05	485.1
Brazo extensor 2" de 1m	Und	65.00	16.38	1,064.7
Cable p/ medio tramo	Und	399.00	1.00	399.00
Cinta Aislante Negra	Und	33.00	4.18	137.94
Cintillo Negro (30 cm)	Und	520.00	0.10	52.00
Etiquetas Identificadoras c/logo	Und	611.00	0.62	378.82
Caja Caja Terminal Mondragón 128F	Und	29.00	435.14	12,619.06
Kit Bandeja Metálica p/Empalme 48-01RU (inc. acopladores LC, patch panel)	Und	6.00	1,065.90	6,395.4
<b>Trabajos de tendido y fusión de fibra óptica</b>				
Inst. Cable Mensajero y Accesorios	Und	399.00	0.96	383.04
Inst. Cable de FO en Postes/Canalización	Und	32,513.00	1.30	42,266.90
Inst. Cruceta en Poste	Und	22.00	11.80	259.60
Fusión de FO en Mufa	Und	587.00	17.00	9,979.00
Fusión de FO en Patch Pannel/Opticom	Und	288.00	17.00	4,896.00
Inst. Conjunto term. ODF/Patch Pannel p/FO en Nodo	Und	6.00	77.97	467.82
Preparac. Cable FO p/Sangrado	Und	9.00	110.00	990.00
Preparac. Cable FO p/Fusión	Und	34.00	60.00	2,040.00
Terminación Cable FO en Nodo	Und	3.00	60.00	180.00
Inst. Caja Terminal (MUFA)	Und	29.00	44.44	1,288.76
<b>TOTAL</b>				<b>236,309.99</b>

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

En la tabla 12, se muestra el costo presupuestado de S/. 144,239.64 para ejecutar las Obras civiles requeridas.

Tabla 12. Presupuesto de Obras Civiles

<b>Materiales de Obras Civiles</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Costo total S/.</b>
Alcayatas	Und	48.00	2.10	100.80
Tapas fierro c/ seguro y llave (inc. Marco)	Und	10.00	415.75	4,157.50
Poste concreto 9 mts/300	Und	47.00	320.00	15,040.00
Poste concreto 11 mts/300	Und	2.00	515.00	1,030.00
<b>Trabajos de Obras Civiles</b>				
Inst. Poste concreto 9 mts	Und	47.00	350.00	16,450.00
Inst. Poste concreto 11 mts	Und	2.00	440.00	880.00
Construc. Canalizado 01 vía 3"	Mts	148.30	128.35	19,034.31
Construc. Canalizado 02 vías 3"	Mts	160.00	145.95	23,352.00
Construc. Canalizado 04 vías 4"	Mts	311.50	164.35	51,195.03
Const. Cámara tipo XB (1.2m x 0.6m x 1.0m)	Und	10.00	1,300.00	13,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>144,239.64</b>

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

En la tabla 13, se muestra a resumen el presupuesto de implementación total, considerando ejecución de obras civiles y tendido de fibra óptica, siendo este de S/. 380,549.63.

Tabla 13. Presupuesto total de implementación

	<b>Costo S/.</b>
Ejecución Obras Civiles	144,239.64
Tendido de Fibra Óptica	236,309.99
<b>Presupuesto total de implementación</b>	<b>380,549.63</b>

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

## **2.3.2. Implementación y despliegue de la red**

### **2.3.2.1. Planificación y gestión de los trabajos**

Previo a la ejecución de los trabajos, se elaboraron los RFP de obras civiles y tendido de fibra, los cuales son documentos que contienen las bases técnicas, premisas y alcances del proyecto. Estos documentos se derivaron el área interna de Logística, la cual fue la encargada de realizar el concurso de licitación y seleccionó las contratistas que realizaron los trabajos.

El cronograma de obra proyectado fue de 163 días, abarcando desde la parte de gestión previa a los trabajos hasta la validación de la implementación de fibra óptica realizando cada etapa de la ejecución del proyecto de manera consecutiva. En el anexo 4, se muestra el diagrama de Gantt de la implementación del proyecto.



### **2.3.2.2. Ejecución de Obras Civiles**

La ejecución de la instalación de postería y construcción de canalizaciones subterráneas, estuvo a cargo del área interna de Obras Civiles, la cual asignó un Ingenio Civil que realizó la coordinación y supervisión de los trabajos con la contratista encargada desde el inicio hasta culminación y validación de lo implementado.

El área interna de Obras Civiles, fue la encargada de realizar los expedientes técnicos y permisos municipales para la ejecución de los trabajos, dichos documentos fueron ingresados a las Municipalidades correspondientes y al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, según su jurisdicción.

#### **2.3.2.2.1. Instalación de postes**

Las especificaciones técnicas y características de los postes a instalarse en el proyecto se presentan en el anexo 3. Para la ejecución de los trabajos de instalación de postería se consideró:

##### **a) Consideraciones Generales**

- La excavación se hará conociendo previamente la ubicación de otros servicios (electricidad, agua, desagüe) para evitar causar daños a los mismo y accidentes personales.
- Deberá seguirse las indicaciones dadas en la norma de seguridad a fin de evitar accidentes.
- Las herramientas deberán estar en estado de operatividad.
- En todos los postes a instalar, se aplicará un revestimiento protector para evitar el ataque de ácidos y sales del suelo, así como de otros agentes externos.
- Lo especificado en la presente norma solo podrá variarse cuando se presenten situaciones especiales y mediante la aprobación del Supervisor y/o inspector de Obra.

- Considerar que en determinados casos se deberá trasladar los postes en horario nocturno, para evitar congestiones de tránsito y posibles accidentes.
- La punta del poste deberá pintarse de color naranja con una franja negra.

b) Procedimientos de trabajos

En la tabla 14, se muestra los procedimientos de trabajo que deben llevarse a cabo al momento de la instalación de postes.

Tabla 14. Procedimientos de trabajo en la instalación de postes de concreto

Procedimiento	Descripción
Apertura del pozo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberá cavar el pozo de forma cilíndrica, de diámetro aproximado entre 60 y 80 cm. y de profundidad definida dependiendo el tipo de terreno.</li> </ul>
Obras Civiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La grúa trasladará al poste debidamente reforzado con 02 tirsos de 5TN. Amarrando el poste, en ambos extremos con estobos de nylon.</li> <li>• El área donde la grúa se estacione deberá estar correctamente señalizada, utilizando para ello: cintas señalizadoras, cilindros, parantes, etcétera.</li> <li>• Se procederá a izar el poste con dos estobos de nylon y sogas para guiar la maniobra y realizar un correcto izaje.</li> <li>• Trabajar con cuidado en la manipulación de los postes para evitar daños, deformaciones o huellas de marcas en la estructura.</li> <li>• Se alineará el poste con cuatro sogas o vientos, para evitar su caída, una vez firme se retirará el estrobo de izaje y se retirará la grúa del área.</li> <li>• Se procederá al vaciado de relleno con bolonería de piedra y tierra compactada; en el caso de terrenos blandos se recurrirá al empleo de refuerzos especiales, como por ejemplo mezcla de cemento.</li> <li>• Se mantendrán instaladas las sogas de alineamiento hasta que el poste este completamente alineado y firme.</li> </ul>
Término de Obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que el poste este completamente alineado y firme.</li> <li>• Verificar que el poste no sufrió daños y deformaciones.</li> <li>• Se procederá al traslado de residuos a los lugares destinados para su almacenamiento.</li> </ul>
Retiro de equipos y materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar todos los materiales y herramientas utilizados en la ejecución de la obra.</li> </ul>
Limpieza de la zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará el retiro de desmonte y la limpieza del área de trabajo al final de cada jornada. El orden en los materiales, equipos y otros, se mantendrá permanentemente.</li> </ul>

Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2018

La etapa de instalación de postería se llevó a cabo en el mes de mayo 2019, ejecutado por la contratista ABL Group, bajo la supervisión del área de Obras Civiles del operador. El área de Obras Civiles reportaba los avances de la instalación de los 49 postes del proyecto al área de Planificación de Red, y culminado los trabajos derivaron un reporte fotográfico dando concluido por los trabajos asignados.

Algunos inconvenientes presentados en la ejecución de trabajos fueron al momento de la excavación donde se encontraron líneas eléctricas, por lo se realizaron replanteos, desplazando poste proyectado al siguiente límite de propiedad. Otro inconveniente que se tuvo fue la contingencia vecinal, algunos vecinos se oponían a la instalación del poste en los límites de su propiedad, por lo que se solicitó apoyo al área legal de la empresa, los cuales asignaron un abogado que en conjunto a personal policial y de la municipalidad correspondiente, se hicieron presentes en las obras, haciendo posible la ejecución del trabajo.

En la figura 22, se muestran los 49 postes totales instalados del proyecto, ubicados en un mapa georeferenciado en el software QGIS.

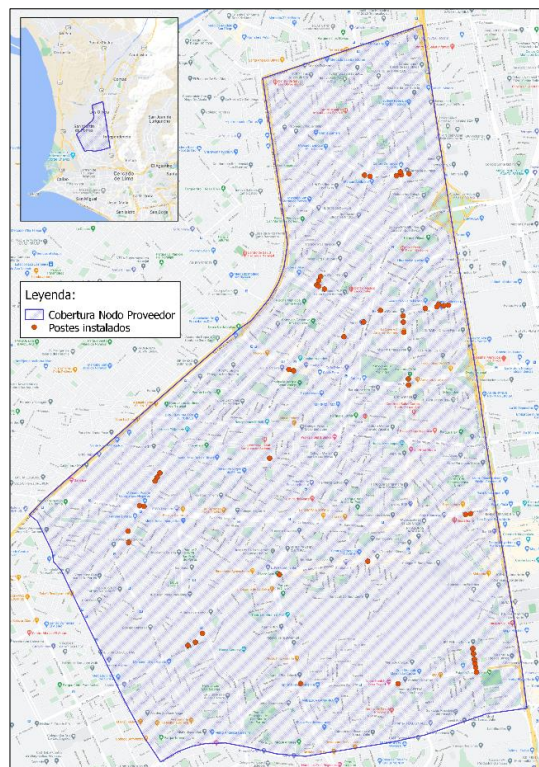


Figura 22. Postes instalados del proyecto  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS

En la figura 23, se muestran las fotografías de 03 postes instalados para el proyecto en la Av. Santa Rosa - Asociación Villa Santa Rosita - Mz. A, distrito San Martín de Porres, los 03 postes se encuentran instalados de forma consecutiva y presentan las siguientes coordenadas:

(a): Poste ubicado en coordenada  $11^{\circ}59'12.5''S$   $77^{\circ}05'42.2''W$

(b): Poste ubicado en coordenada  $11^{\circ}59'14.0''S$   $77^{\circ}05'43.1''W$

(c): Poste ubicado en coordenada  $11^{\circ}59'15.5''S$   $77^{\circ}05'44.0''W$



Figura 23. Postes instalados en la Av. Santa Rosa, Asoc. Villa Santa Rosita - S.M.P  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

#### 2.3.2.2.2. Construcción de canalizados y cámaras

La construcción de canalizaciones y cámaras de telecomunicaciones, se realizaron cumpliendo normativas, métodos y procedimientos del operador de telecomunicaciones descritos en su documento de “Especificaciones y normas técnicas para la ejecución de Obras Civiles en la planta externa”, a modo de resumen de muestras las siguientes consideraciones generales a respetar:

- Previamente al inicio de obra se debe realizar una inspección al lugar de trabajo para planificar el mismo; para observar la presencia de infraestructura existente de otros servicios, realizando sondeos para las cámaras y ruta de canalización.
- Las diferentes actividades se ejecutarán en forma continua y en secuencia de acuerdo a la programación de la obra, sin dejar excavaciones abandonadas.
- En la ejecución de los trabajos deben colocarse las respectivas señalizaciones en la zona de trabajo, de acuerdo a lo señalado en las autorizaciones municipales y Dirección de Transporte Urbano.
- La distancia para cruces o paralelismo con líneas de media y baja tensión será de 50 cm, a su vez con otros servicios como gas, alcantarillado, agua, etcétera, será de 30 cm.
- Generalmente las canalizaciones de telecomunicaciones deben pasar debajo de las de otros servicios (agua, alcantarillado, etcétera). Los paralelismos con líneas de energía se procurará realizarlos en un plano horizontal.
- Como norma de ejecución de trabajos no debe quedar excavaciones o zanjas abiertas de un día para otro, en el caso que sea inevitable y se tenga una explicación razonable, se deberá dejar protegida dicha zanja y señalizada para evitar accidentes.

La etapa constructiva de canalizados y cámaras se llevó a cabo en los meses de Junio y Agosto de 2019, ejecutado de manera secuencial a la instalación de postes y supervisado por el área de interna de Obras Civiles del operador. Cada obra fue realizada con sus respectivos permisos dirigidos hacia la Municipalidad de Lima o Municipalidades del distrito correspondiente según su jurisdicción.

Como se indicó en la etapa de diseño la proyección de canalizados fue de 620.50 m y 10 cámaras tipo XB totales para el proyecto, los cuales fueron construidos con efectividad en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, y sus ubicaciones se muestran en la figura 24.

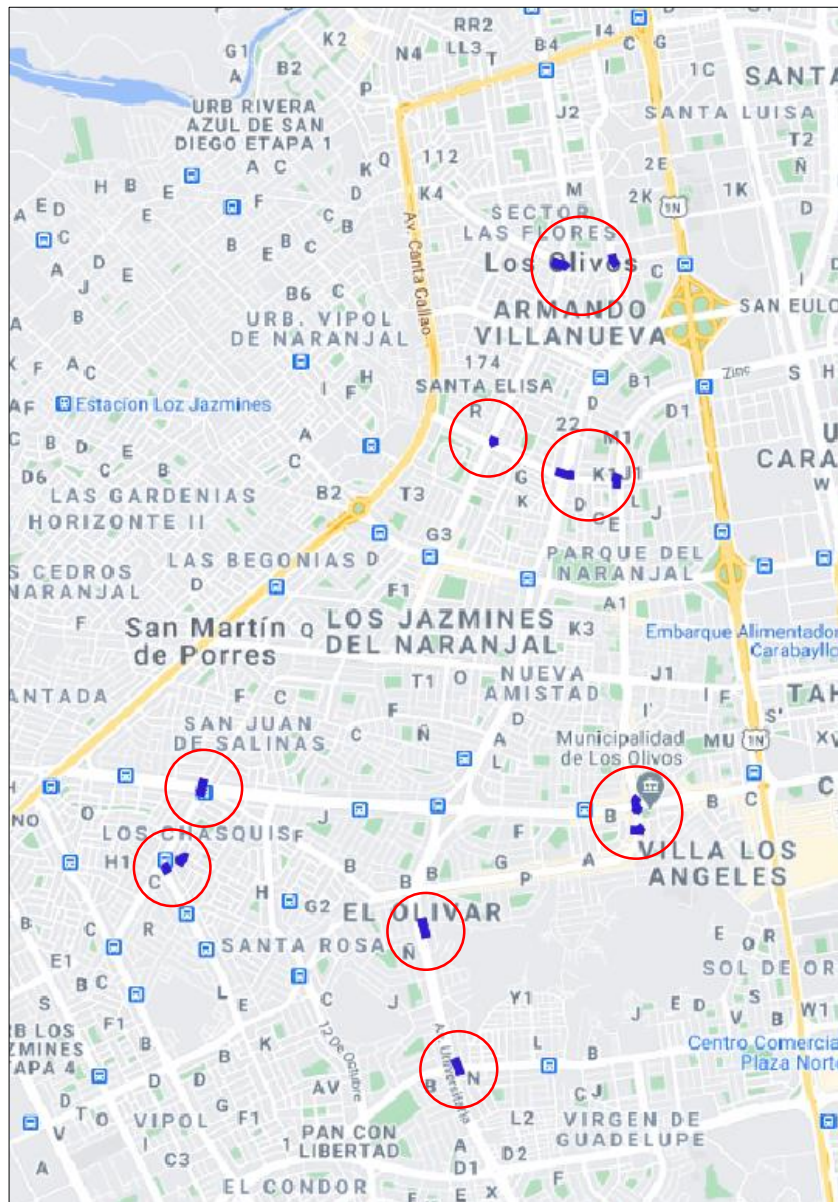


Figura 24. Canalizados construidos del proyecto  
Fuente: Elaboración propia utilizando software QGIS



En la ejecución de los trabajos se realizaron algunos replanteos y cambios mínimos al plano de diseño inicial, al encontrarse redes subterráneas existentes de otros servicios (agua, electricidad o desagüe) en el área de trabajo, las modificaciones realizadas en campo fueron aprobadas por el Ing. Civil del operador a cargo de las obras.

En la figura 25, se muestra el plano de obra del canalizado y cámara construida en las intersecciones de las Av. Río Marañón Cdr. 07 y Av. Las Palmeras en el distrito de Los Olivos. En el plano de obra en mención se indica y detalla:

- Superficie y ruta bajo la cual se construirá el canalizado de 48.50 m proyectado.
- Ubicación con coordenadas UTM WGS-18S de cámara XB proyectada.
- Cantidad de ductos de pvc a instalar.
- Cortes típicos en vereda y pista para la construcción de los canalizados.

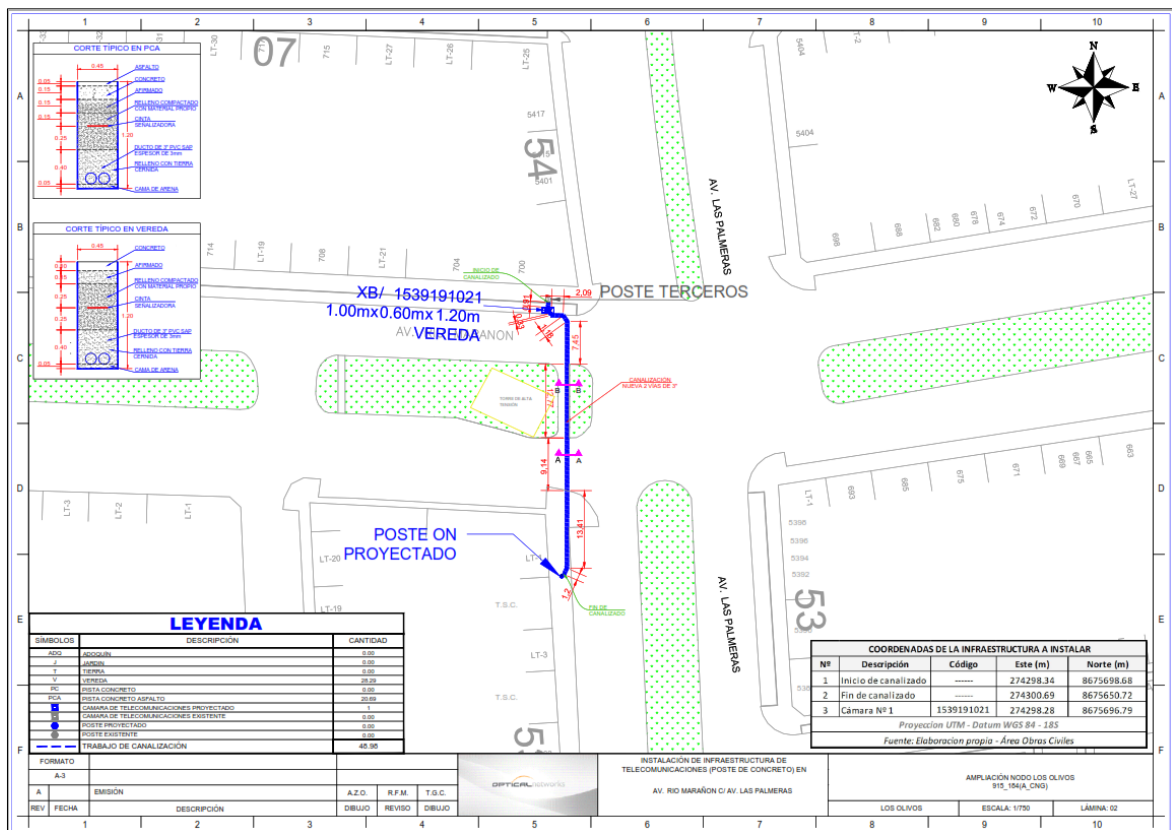


Figura 25. Plano de canalizado construido en cruce de Av. Marañón y Av. Las Palmeras  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

La ejecución del canalizado ubicado en la intersección de las Av. Río Marañón Cdr. 07 y Av. Las Palmeras, fue ejecutado en horario nocturno entre las 11:00 pm hasta las 5:00 am con el propósito de no interferir totalmente con el flujo de los vehículos y mitigar el impacto negativo que podría generar, así mismo evitar que impida la libre circulación de peatones por la zona. En la figura 26 se muestran las fotografías durante la ejecución de obra.

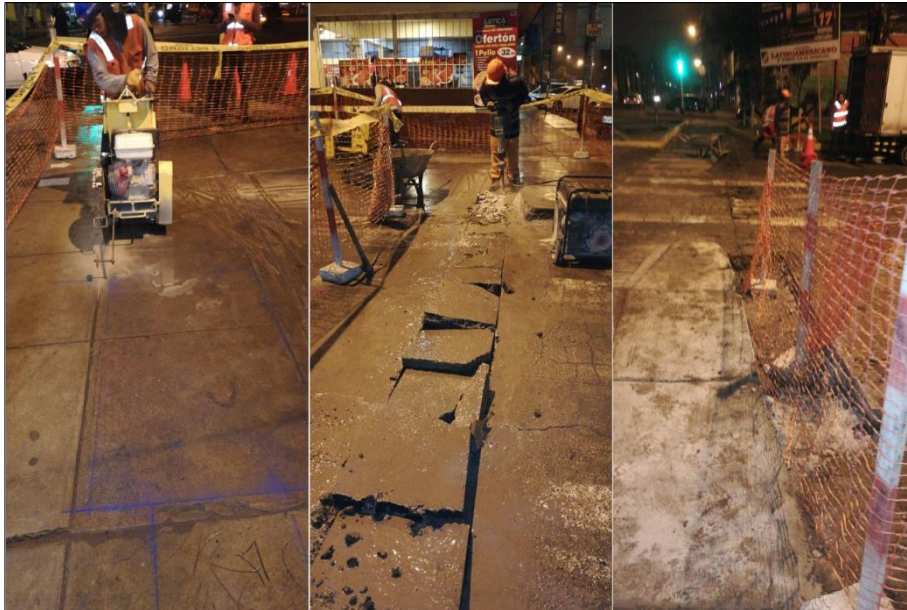


Figura 26. Construcción de canalizado en Av. Marañón Cdr. 07 con Av. Las Palmeras  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019

Luego de construida la canalización se realizó la reposición de veredas y pistas, tal como se muestra en la figura 27, estos trabajos fueron realizados en un horario mixto.



Figura 27. Reposición de veredas y pistas en Av. Marañón Cdr. 07 con Av. Las Palmeras  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019



### 2.3.2.3. Implementación y despliegue de fibra óptica

La implementación y despliegue de la fibra óptica, estuvo a cargo del área de Planificación de Red la cual realizó la supervisión y seguimiento a la contratista ejecutora de los trabajos HMC Proyectos. La ejecución de los trabajos se realizaron entre los meses de Septiembre a Octubre 2019 y luego se retomaron de Enero a Marzo 2020, hubieron 2 meses y medio de paralización de trabajos debido a la elaboración de un documento denominado EVAP, documento donde se realiza un estudio de impacto ambiental en el cual se indica el impacto sobre el medio ambiente de la infraestructura proyectada para el proyecto y se presenta al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en el anexo 11 se muestra el cargo del documento presentado ante el MTC.

La implementación de la fibra óptica se dividió en 3 etapas, los cuales fueron el tendido de fibra óptica en pext, instalación de mangas pext y terminación de la fibra óptica en nodo.

#### 2.3.2.3.1. Tendido de fibra óptica

El tendido de fibra óptica en pext se realizó cumpliendo las medidas de seguridad y normativas de entidades reguladoras, basándose a su vez en las medidas dictadas por el CNE.

En la tabla 15, se muestran las distancias verticales entre diversos tipos de redes aéreas que se deben respetar por normas de seguridad, según el CNE.

Tabla 15. Distancia vertical entre los alambres, conductores y cables tendidos en diferentes estructuras de soporte.

<b>Conductores en el nivel superior</b>	<b>MT Expuesto</b>	<b>BT Expuesto (desnudo y CPI)</b>	<b>MT y BT aislados</b>	<b>Comunicaciones</b>
MT expuesto	1.20 m	1.20 m	1.20 m	1.80 m
BT expuesto	1.20 m	1.00 m	1.00 m	1.20 m
MT y BT expuesto	1.20 m	1.00 m	0.60 m	0.60 m
Comunicaciones	1.80 m	1.20 m	0.60 m	0.60 m

Fuente: Adecuado de Ministerio de Energía y Minas, 2011

En la tabla 16, se muestran las distancias verticales a nivel del suelo fijadas en el CNE, a las cuales deben ubicarse las redes eléctricas aéreas de media y baja tensión, así como las redes de comunicaciones.

Tabla 16. Distancias verticales a nivel de suelo a superficies

Conductores	Al cruce		A lo largo	
	MT expuesto	MT aislado, BT desnudo, BT aislado y comunicaciones	MT expuesto	MT aislado, BT desnudo, BT aislado y comunicaciones
Carreteras y avenidas	7.00 m	6.50 m	6.50 m	5.50 m
Calles, caminos, pasajes, callejones, zonas de parqueo, cultivos y huertos transitables por vehículos	6.50 m	5.50 m	6.00 m	5.00 m
Caminos y calles en zonas rurales	6.50 m	5.50 m	5.00 m	4.50 m
Zonas peatonales	5.00 m	4.00 m	5.00 m	4.00 m

Fuente: Adecuado de Ministerio de Energía y Minas, 2011

Otras normas respetadas en el tendido de fibra óptica en pext, son las indicadas por la empresa eléctrica Enel respecto a los apoyos de fibra óptica en sus estructuras (ver anexo 12), dichas consideraciones y normas están detalladas en el contrato vigente que mantiene Enel con el operador de telecomunicaciones.

En la tabla 17, se detalla los elementos de protección requeridos por el operador de telecomunicaciones a la contratista ejecutadora de los trabajos.

Tabla 17. Elementos de protección para los trabajos de tendido de fibra óptica en PEXT

Elemento de protección	Descripción / Características
Casco de seguridad	Cumplir con la normal ANSI Z89.1 clase E tipo II.
Guantes aislantes de jebe para baja tensión	Cumplir con la norma internacional ASTM D-120 CE 903.
Guantes de cuero (livianos)	De material de fibra de cuero de vaca, cocido con hilo poliéster.
Zapatos de seguridad dieléctricos	Cumplir con la norma NTP 241.004 y NTP 241.016.
Lentes de Protección	Cumplir con la norma internacional ANSI Z87.1
Cinturón de seguridad	Cumplir con la normal técnica internacional OSHA 1910 y 1926.
Mosquetón	Gancho de acero forjado cromado resistente a la corrosión con sistema de doble seguro (resistencia máxima 225 Kg).

Fuente: Adecuado de Optical Networks, 2018

Durante la ejecución de los trabajos de tendido de fibra óptica en pext, la contratista fue supervisada de manera remota por el área de Planificación de Red del operador. En cumplimiento con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo, la contratista diariamente realizó la charla de 5 minutos, el checklist de EPP's, identificando los trabajos a realizar y las medidas preventivas para evitar posibles accidentes. En el anexo 13, se muestran algunos de los formatos realizados de las charlas de 5 minutos elaborados en el proceso de tendido. En la figura 28 se muestra al personal de la contratista HMC realizando la charla de seguridad.



Figura 28. Charla de 5 minutos previo a trabajos de tendido de fibra óptica en PEXT  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

Durante el tendido de fibra óptica en pext la contratista hizo uso de portabobina, cercó la zona de trabajo y realizó las buenas prácticas para garantizar el correcto tendido de la fibra óptica. En la figura 29 se muestra la ejecución de los tendidos aéreos de fibra en (a) cruce de la Av. Santa Rosa y Av. Carlos Izaguirre - San Martín de Porres, (b) Av. 12 de Octubre con Ca. Bernaldo Alcedo - San Martín de Porres.

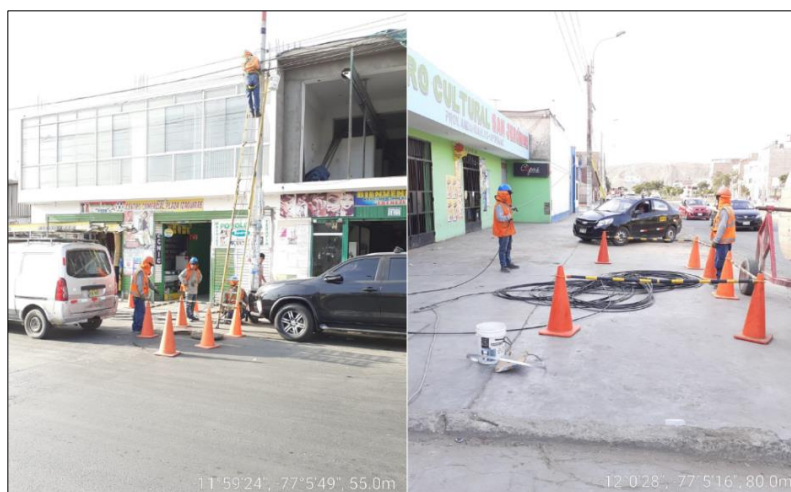


Figura 29. Tendido de fibra óptica aérea en PEXT  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

En el recorrido de la fibra óptica en pext se dejaron reservas 30 m. según plano de diseño a lo largo de las rutas, en la figura 30 se muestra la instalación y correcta adecuación del cable de fibra óptica en cruceta metálica ubicada en poste del operador.



Figura 30. Instalación y adecuación de reserva de fibra óptica en cruceta metálica  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

### 2.3.2.3.2. Instalación de mangas en pext

Concluido la instalación y acabados del tendido de la fibra óptica, se realizó la instalación de mangas en pext pertenecientes a las 3 rutas de fibra óptica implementadas, lo cual también implica realizar sangrados y fusiones a las fibras ópticas, según lo determinado en los diagramas de empalme. En la figura 31, se muestra la manga mondragón de código 30D-05-TM-06 instalada y las fusiones realizadas, según diagrama de empalme de la ruta 2 del proyecto.



Figura 31. Instalación de manga Mondragón y fusiones en la fibra óptica  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

Concluido los trabajos de fusiones de fibra óptica e instalación de la manga T30D-05-TM-06, se dejó correctamente adecuada la manga en cámara de telecomunicaciones, como se muestra en la figura 32.



Figura 32. Adecuación de manga mondragón en cámara de telecomunicaciones  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020



### 2.3.2.3.3. Terminación de fibra óptica en Nodo

Culminados los trabajos en pext se realizó el acceso de los cables de fibra óptica al nodo, instalándose las ODF en rack dentro de la sala de equipos y realizando las fusiones correspondientes en la ODF. En la figura 33, se muestra las fotografías del acceso de fibra óptica al nodo.



Figura 33. Acceso de fibra óptica a nodo  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

En la figura 34, se muestra a personal de la contratista realizando la terminación y fusionando la fibra óptica en las ODF.

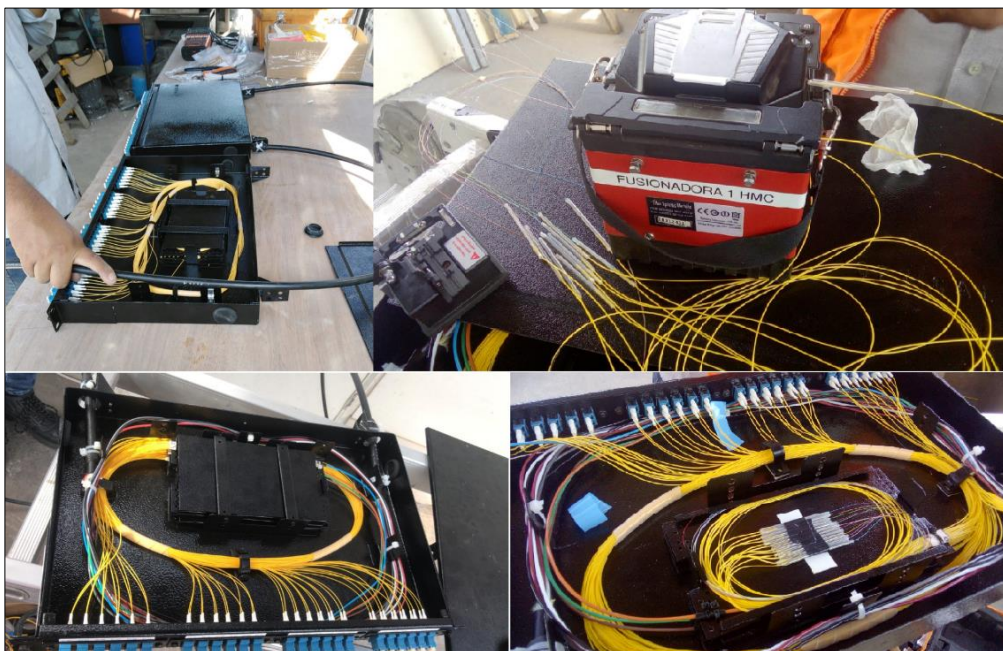


Figura 34. Instalación de ODF y fusiones en nodo  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

En las figuras 35, 36 y 37, se muestran respectivamente las 06 ODF instaladas en rack dentro de la sala de equipos en el nodo. Las ODF fueron rotuladas adecuadamente para identificar a que troncal de fibra pertenece cada una.



Figura 35. ODF's instaladas de ruta 1 de fibra óptica  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2019



Figura 36. ODF's instaladas de ruta 2 de fibra óptica  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020



Figura 37. ODF's instaladas de ruta 3 de fibra óptica  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020



### 2.3.2.4. Validación de la implementación de la fibra óptica

En la etapa de validación de la implementación de la red de fibra óptica se realizó la inspección en campo, lo cual estuvo a cargo del área interna de mantenimiento del operador, dando conformidad a:

- El tendido de fibra óptica (corroborando ausencia de macrocurvaturas, altura de la fibra según normatividad del CNE, correcta adecuación de fibra óptica en crucetas)
- La correcta instalación de mangas y adecuación de los cables de fibra óptica en cámaras y bajada de sifones.

La validación a nivel de ingeniería, se realizó mediante la lectura e interpretación de las pruebas reflectométricas unidireccionales realizadas a los 288 enlaces implementados. Las pruebas reflectométricas fueron realizadas por la contratista ejecutora del tendido de fibra óptica, con el equipo OTDR (Reflectómetro Óptico en el dominio del tiempo), respetando los parámetros indicados por el operador:

- Pruebas deben realizarse en la segunda (1310 nm) y tercera (1550 nm) ventana de transmisión.
- Uso de bobina de lanzamiento.
- Pruebas desde ODF en nodo.

La norma para la aceptación y certificación de los enlaces utilizados por el operador son TIA/EIA-568-B, donde indica la pérdida por empalme de fusión por arco eléctrico establecida por la UIT-T debe ser menor o igual a 0.2 dB. En la figura 38, se resume la normativa UIT-T Rec. L. 12.

	Pérdida media	Valor máximo para 95%	Aplicación típica
Empalmes por fusión simples	$\leq 0,1$ dB	$\leq 0,5$ dB	Ruta de concentración de enlaces
	$\leq 0,2$ dB		Red de acceso
Empalmes por fusión múltiples	$\leq 0,2$ dB	$\leq 0,8$ dB	–
Empalmes mecánicos simples	$\leq 0,2$ dB	$\leq 0,5$ dB	Red de acceso
Empalmes mecánicos múltiples	$\leq 0,2$ dB	$\leq 0,8$ dB	Red de acceso

Figura 38. Pérdidas de empalme medias recomendadas para diferentes aplicaciones  
Fuente: Recuperado de UIT-T

El equipo utilizado para realizar las pruebas reflectométricas fue el OTDR marca EXFO modelo MAX-730C-SM2-OPM2-EA y el software utilizado para procesar las pruebas reflectométricas el EXFO OTDR Viewer.

El análisis e interpretación de las pruebas reflectométricas implicó:

- Validar la distancia y continuidad del enlace según diagrama de empalme de diseño.
- Validar pérdida por fusiones en los hilos de fibra óptica.
- Identificar la existencia de macrocurvaturas u otros eventos anómalos en las fibras ópticas luego de su implementación.
- Validar e identificar la pérdida promedio de los enlaces.

El software EXFO OTDR Viewer, permitió procesar los archivos en formato .SOR de las pruebas reflectométricas; dentro del software se pueden configurar los umbrales de error - éxito, visualizar de manera detallada los eventos en la gráfica de la prueba reflectométrica y validar la distancia del enlace de fibra óptica. En la figura 39, se muestra el software EXFO OTDR Viewer con los parámetros configurables, los cuales ayudan a visualizar, analizar de manera correcta la prueba y generar el reporte en formato .pdf.

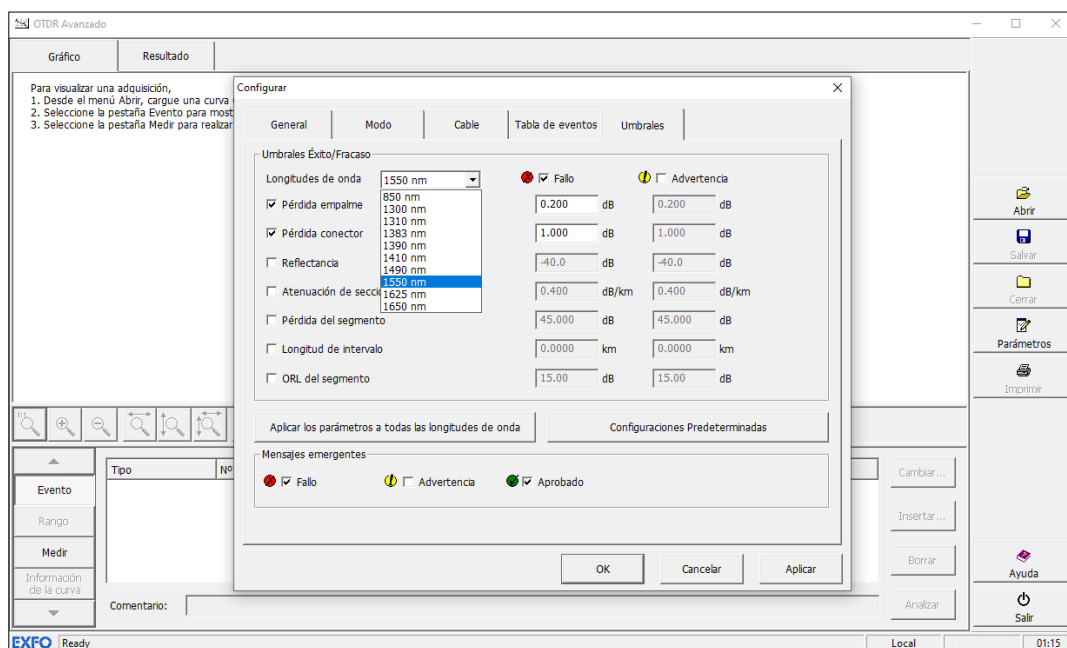


Figura 39. Parámetros de configuración del software EXFO OTDR Viewer  
Fuente: EXFO OTDR Viewer, 2020

En las figuras 40 y 41, se muestran los informes de las pruebas reflectométricas efectuadas al hilo 01 del cable troncal de la ruta 02 del proyecto, en las ventanas de transmisión de 1310 y 1550 nm. respectivamente, con bobina de lanzamiento de 1 Km.

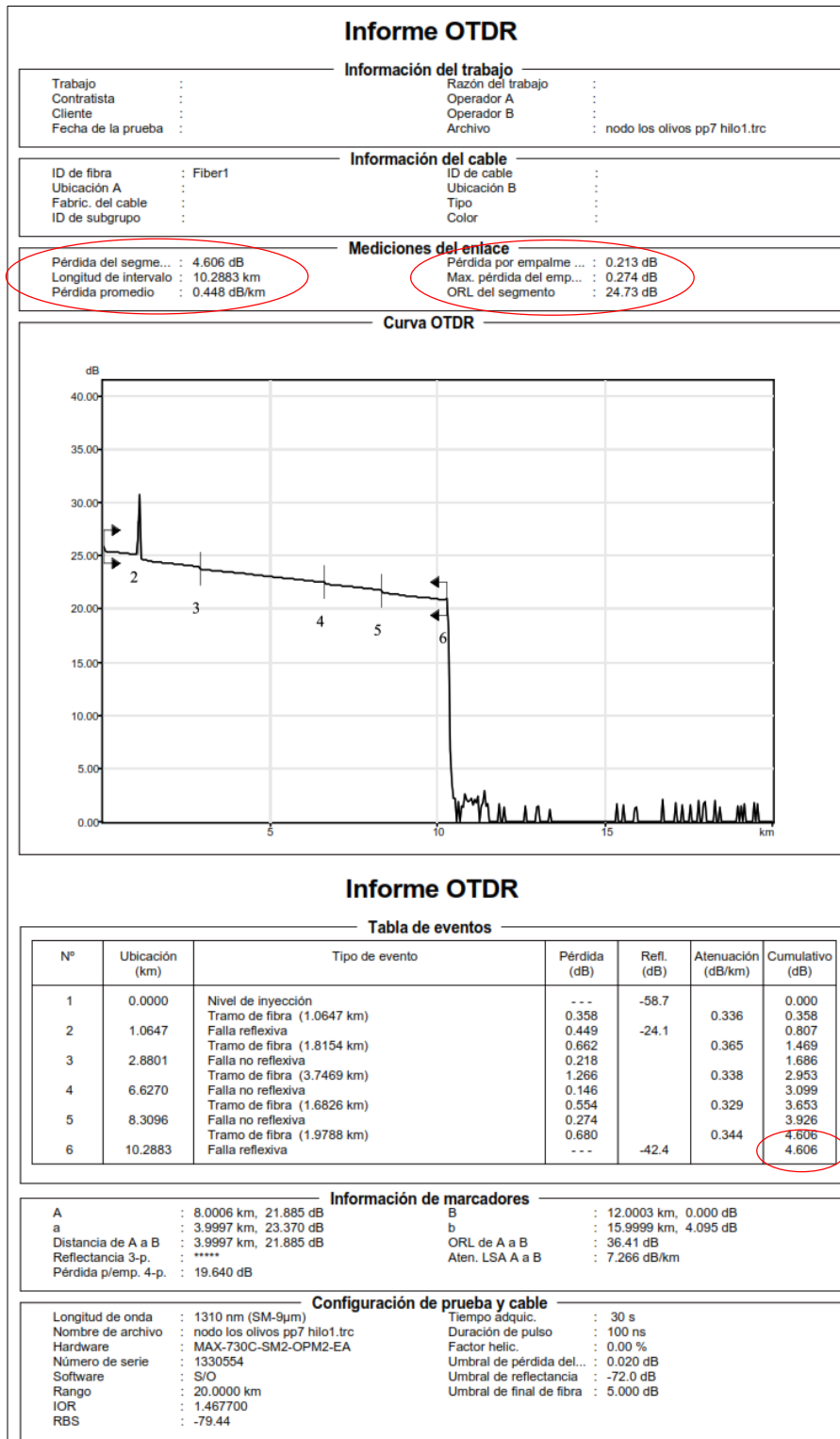


Figura 40. Prueba reflectométrica en ventana 1310 nm (hilo 01 - ruta troncal 02)  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

## Informe OTDR

### Información del trabajo

Trabajo :	Razón del trabajo :
Contratista :	Operador A :
Cliente :	Operador B :
Fecha de la prueba :	Archivo : nodo los olivos pp7 hilo1.trc

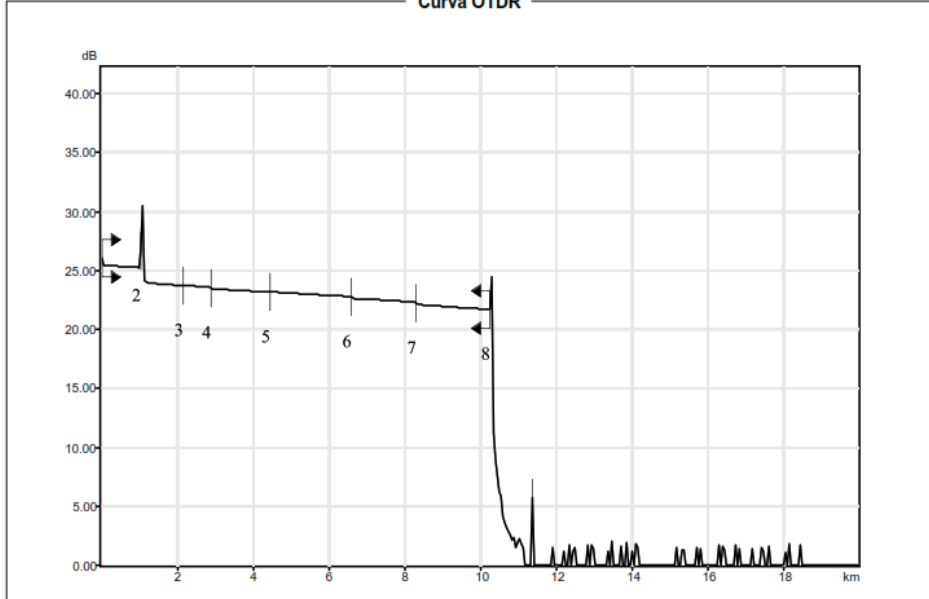
### Información del cable

ID de fibra : Fiber1	ID de cable :
Ubicación A :	Ubicación B :
Fabric. del cable :	Tipo :
ID de subgrupo :	Color :

### Mediciones del enlace

Pérdida del segme... : 3.760 dB	Pérdida por empalme ... : 0.089 dB
Longitud de intervalo : 10.2878 km	Max. pérdida del emp... : 0.209 dB
Pérdida promedio : 0.365 dB/km	ORL del segmento : 28.20 dB

### Curva OTDR



## Informe OTDR

### Tabla de eventos

Nº	Ubicación (km)	Tipo de evento	Pérdida (dB)	Ref. (dB)	Atenuación (dB/km)	Cumulativo (dB)
1	0.0000	Nivel de inyección	---	-60.6		0.000
		Tramo de fibra (1.0643 km)	0.206		0.193	0.206
2	1.0643	Falla reflexiva	1.222	-28.8		1.428
		Tramo de fibra (1.0936 km)	0.326		0.298	1.754
3	2.1579	Falla reflexiva (posible eco)	-0.033			1.721
		Tramo de fibra (0.7223 km)	0.137		0.190	1.858
4	2.8801	Falla no reflexiva	0.155			2.013
		Tramo de fibra (1.5632 km)	0.288		0.184	2.300
5	4.4433	Falla positiva	-0.031			2.269
		Tramo de fibra (2.1821 km)	0.409		0.188	2.678
6	6.6254	Falla no reflexiva	0.147			2.825
		Tramo de fibra (1.6806 km)	0.304		0.181	3.129
7	8.3060	Falla no reflexiva	0.209			3.338
		Tramo de fibra (1.9818 km)	0.421		0.212	3.760
8	10.2878	Falla reflexiva	---	-35.1		3.760
		Tramo de fibra (1.0885 km)	---		---	---
	11.3763	Eco	---	-42.4		---

### Información de marcadores

A : 8.0006 km, 22.382 dB	B : 12.0003 km, 0.000 dB
a : 3.9997 km, 23.228 dB	b : 15.9999 km, 0.000 dB
Distancia de A a B : 3.9997 km, 22.382 dB	ORL de A a B : 34.12 dB
Reflectancia 3-p. : *****	Aten. LSA A a B : 7.358 dB/km
Pérdida p/emp. 4-p. : 20.617 dB	

### Configuración de prueba y cable

Longitud de onda : 1550 nm (SM-9µm)	Tiempo adq. : 30 s
Nombre de archivo : nodo los olivos pp7 hilo1.trc	Duración de pulso : 100 ns
Hardware : MAX-730C-SM2-OPM2-EA	Factor helic. : 0.00 %
Número de serie : 1330554	Umbral de pérdida del... : 0.020 dB
Software : S/O	Umbral de reflectancia : -72.0 dB
Rango : 20.0000 km	Umbral de final de fibra : 5.000 dB
IOR : 1.468325	
RBS : -81.87	

Figura 41. Prueba reflectométrica en ventana 1550 nm (hilo 01 - ruta troncal 02)  
Fuente: Recuperado de Optical Networks, 2020

En el análisis de las pruebas se validó la longitud y continuidad del enlace de 9,076 Km del hilo 1 de la ruta troncal 2, donde la pérdida máxima por empalmes en la ventana de transmisión 1550 nm. fue de 0.209 dB y en la ventana 1310 nm. de 0.274 dB por lo que estuvo dentro del parámetro aceptado por el operador de telecomunicaciones, ya que se prioriza el valor de 0.209 dB de la tercera ventana de transmisión 1550 nm. por ser esta ventana más sensible respecto a la detección de las fusiones. Así mismo se determinó el acumulativo de la atenuación total del enlace incluida la bobina de lanzamiento 1 Km siendo de 3.760 dB en la tercera ventana 1550 nm. y 4.606 dB en la tercera ventana 1310 nm. y no se encontró la presencia de macro o microcurvaturas.

Como protocolo de validación de la implementación total, se realizó el mismo análisis y procedimiento de lectura a las pruebas reflectométricas procesadas en el software OTDR EXFO Viewer de los 288 enlaces, donde se validó que se cumplieron los parámetros propios del operador y la normativa TIA/EIA-568-B para atenuaciones en los tramos de fibra, y pérdidas por fusión no superaron los 0.2 dB en la ventana de transmisión 1550 nm.

### **2.3.3. Análisis económico - financiero del proyecto**

Se realiza el análisis económico - financiero del proyecto, estimando los gastos de inversión de capital (CAPEX), gastos en operación y mantenimiento (OPEX) y el flujo de caja, con fines de evaluar la rentabilidad y viabilidad económica del proyecto.

En el presente análisis económico - financiero se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El costo considerado en el CAPEX para la implementación de la red de fibra pext fue de S/. 380,549.63, desarrollado a detalle en la sección 2.3.1.6.
- Los costos de puesta en marcha de la red, gastos alquiler de infraestructura, gastos en mantenimiento, servicios, otros gastos (personal) e implementación de abonados son montos aproximados que por motivo de confidencialidad no se presentan a detalle.
- Se considera una tasa de rentabilidad del 15% para el flujo de caja, este dato fue considerado al realizar la consulta con un Ingeniero de Proyectos del operador, así mismo se confirmó dicho dato revisando proyectos antecedentes del mismo rubro de telecomunicaciones donde considera el mismo valor para la tasa de rentabilidad.
- Los periodos considerados para identificar los ingresos y egresos de la empresa se darán en años.

#### **2.3.3.1. Inversión Capital (CAPEX)**

Es considerado como el gasto o inversión inicial que realizará el operador de telecomunicaciones en la adquisición de bienes, equipos y trabajos para dejar habilitada la red de fibra óptica para su funcionamiento.

Para el presente proyecto se considera en el CAPEX los gastos en la implementación de la red pext (obras civiles y tendido de fibra óptica), así como trabajos para la puesta en marcha de red (adecuación de nodo para instalaciones,



interconexión de la red, equipamiento de acceso, equipos eléctricos y sistema puesta a tierra).

En la tabla 18, se muestra los gastos de implementación y puesta en marcha de la red, los cuales representan el CAPEX del proyecto siendo este de S/. 485,549.63.

Tabla 18. Inversión de capital del proyecto (CAPEX)

Concepto	Costo total (S/.)
<b>Implementación de red pext</b>	<b>380,549.63</b>
Construcción canalizaciones e instalación de postería	144,239.64
Tendido y despliegue de fibra óptica	236,309.99
<b>Puesta en marcha de la red</b>	<b>105,000.00</b>
Adecuación de nodo para instalaciones	15,000.00
Interconexión de la red	30,000.00
Equipamiento de acceso	40,000.00
Equipos eléctricos y sistema de puesta a tierra	20,000.00
<b>TOTAL CAPEX</b>	<b>485,549.63</b>

Fuente: Optical Networks, 2020

### 2.3.3.2. Inversión en Operación y Mantenimiento (OPEX)

Se definen como los gastos permanentes en operación y mantenimiento que debe realizar el operador de telecomunicaciones para mantener en buen estado la red de fibra óptica. Para el presente proyecto se considera el OPEX a los gastos por alquiler de infraestructura pext, gastos por mantenimiento a la red, diversos servicios, gastos de personal e implementación de abonados; los gastos mencionados se estimaron considerando periodos de tiempo en años. En la tabla 19 se muestran los costos estimados del OPEX del proyecto, teniendo un costo total de S/. 629,000.00.

Tabla 19. Inversión en Operación y Mantenimiento (OPEX)

Concepto	Costo total (S/.)
Gastos por alquiler de infraestructura pext	68,000.00
Gastos de mantenimiento a la red	60,000.00
Servicios (alquiler local, luz)	35,000.00
Otros gastos (personal de ingeniería, técnicos y administrativos)	250,000.00
Implementación de abonados	216,000.00
<b>TOTAL OPEX</b>	<b>629,000.00</b>

Fuente: Optical Networks, 2020

### 2.3.3.3. Flujo de caja

El flujo de caja es el registro de todos los ingresos y egresos que tiene una empresa a lo largo del tiempo, la construcción de este flujo permite determinar la viabilidad financiera del proyecto y definir si el proyecto tiene la capacidad de generar valor.

Para el presente proyecto la estimación de ingresos y egresos se considera un horizonte temporal de 4 años. En los ingresos anuales se considera únicamente los pagos que realizan los clientes corporativos al operador de telecomunicaciones por el servicio de los enlaces dedicados de fibra óptica, en los egresos se consideran el CAPEX y el OPEX ya determinados en las secciones 2.3.3.1 y 2.3.3.2. En la tabla 20, se muestra el flujo de caja del proyecto.

Tabla 20. Flujo de caja del proyecto

Concepto	Año				
	0	1	2	3	4
<b>Ingresos</b>					
Ingresos por clientes habilitados	-	280,800.00	842,400.00	1,404,000.00	1,965,600.00
<b>Total ingresos anuales (S/.)</b>	<b>0.00</b>	<b>280,800.00</b>	<b>842,400.00</b>	<b>1,404,000.00</b>	<b>1,965,600.00</b>
<b>Egresos</b>					
Implementación de red pext	380,549.63	-	-	-	-
Puesta en marcha de la red	105,000.00	-	-	-	-
<b>Inversiones CAPEX (S/.)</b>	<b>485,549.63</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Gastos alquiler infraestructura	-	68,000.00	68,000.00	68,000.00	68,000.00
Gastos mantenimiento	-	60,000.00	70,000.00	75,000.00	80,000.00
Servicios	-	35,000.00	35,000.00	35,000.00	35,000.00
Otros Gastos (Personal de ingeniería, técnicos y administrativos)	-	250,000.00	250,000.00	250,000.00	250,000.00
Implementación de abonados	-	216,000.00	216,000.00	216,000.00	216,000.00
<b>OPEX (S/.)</b>	<b>-</b>	<b>629,000.00</b>	<b>639,000.00</b>	<b>644,000.00</b>	<b>649,000.00</b>
<b>Total egresos anuales (S/.)</b>	<b>485,549.63</b>	<b>629,000.00</b>	<b>639,000.00</b>	<b>644,000.00</b>	<b>649,000.00</b>
<b>FLUJO DE CAJA (S/.)</b>	<b>- 485,549.63</b>	<b>- 348,200.00</b>	<b>203,400.00</b>	<b>760,000.00</b>	<b>1,316,600.00</b>

Fuente: Optical Networks, 2020

Para determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto se deben calcular los indicadores económicos VAN y TIR, los cuales brindan resultados cuantitativos e interpretándolos se determina la toma de decisión sobre el proyecto.

**VAN (Valor Actual Neto)**

El VAN se utiliza para la evaluación de una inversión, busca actualizar los ingresos y pagos, calculando su diferencia, utilizando los flujos de caja, descontándole la tasa de interés determinada, el VAN se expresa en unidades monetarias. En la ecuación (1) se muestra como calcular el Valor Actual Neto (VAN).

$$VAN = -I_0 + \frac{Q_1}{(1+k)} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \frac{Q_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

$I_0$  : Inversión inicial

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  : representa los flujos de caja

$n$  : representa el número de periodos considerados

$k$  : tasa de descuento

Criterios para la toma de decisión según resultado del VAN:

- ✓ VAN > 0, el proyecto es rentable, generaría ganancias.
- ✓ VAN = 0, es indiferente realizar el proyecto.
- ✓ VAN < 0, el proyecto no es rentable, generaría pérdidas.

Se realiza el cálculo del VAN aplicando la ecuación (1), considerando los datos obtenidos en el flujo de caja y considerando una tasa de descuento ( $k$ ) del 15%.

$$VAN = -485,549.63 + \frac{-348,200.00}{(1 + 0.15)} + \frac{203,400.00}{(1 + 0.15)^2} + \frac{760,000.00}{(1 + 0.15)^3} + \frac{1,316,600.00}{(1 + 0.15)^4}$$

$$VAN = 617,950.04$$

Realizado el cálculo del VAN con tasa de descuento ( $k$ ) del 15%, se obtuvo un VAN de 617,950.04 por lo que siendo mayor a 0, nos indica que el proyecto va producir ganancias en un horizonte temporal de 4 años, por lo que se concluye que el proyecto debería ejecutarse.

### **TIR (Tasa Interna de Retorno)**

La TIR está vinculada directamente al VAN, ya que la TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a 0.  $TIR = k_{TIR} : VAN(k_{TIR}) = 0$ . En la ecuación (2) se muestra como calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR).

$$VAN = -I_0 + \frac{Q_1}{(1+k_{TIR})} + \frac{Q_2}{(1+k_{TIR})^2} + \frac{Q_3}{(1+k_{TIR})^3} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k_{TIR})^n} = 0 \dots\dots (2)$$

Donde:

$I_0$  : Inversión inicial

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  : representa los flujos de caja

$n$  : representa el número de periodos considerados

$k_{TIR}$  : tasa de descuento que representa la TIR

Los criterios para la toma de decisión:

- ✓  $TIR > k$ , el proyecto es rentable.
- ✓  $TIR = k$ , es indiferente realizar el proyecto.
- ✓  $TIR < k$ , el proyecto no es rentable, generaría pérdidas su ejecución.

Para calcular la TIR se aplica la ecuación (2), buscando hallar la tasa de descuento ( $k_{TIR}$ ) que hace el VAN igual a 0.

$$-485,549.63 + \frac{-348,200.00}{(1+k_{TIR})} + \frac{203,400.00}{(1+k_{TIR})^2} + \frac{760,000.00}{(1+k_{TIR})^3} + \frac{1,316,600.00}{(1+k_{TIR})^4} = 0$$

$$k_{TIR} = TIR = 39\%$$

Realizado el cálculo de la TIR se obtuvo como resultado 39%, con lo cual comparado a la tasa de descuento fijada para el flujo de caja del 15%, notamos que es mayor, por lo que se concluye desde este punto de vista que el proyecto es rentable, viable y generaría ganancias su ejecución.

Construido el flujo de caja y calculados los indicadores económicos del VAN, TIR se concluye y corrobora que el proyecto es viable, y su ejecución generará ingresos económicos al operador de telecomunicaciones. En la tabla 21, se muestran a resumen los resultados de los indicadores económicos del VAN, TIR y la tasa de descuento.

*Tabla 21. VAN, TIR y tasa de descuento del proyecto*

VAN	617,950.04
TASA DE DESCUENTO	15%
TIR	39%

Fuente: Elaboración propia

#### **2.3.4. Competencias y habilidades adquiridas en la formación profesional aplicadas al proyecto**

Sobre las competencias y habilidades adquiridas en la etapa de formación profesional en la carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, se destaca la formación integral humana y científica especializada sobre los sistemas de comunicaciones actuales, así mismo se adquiere y desarrolla la capacidad de análisis crítica y autocrítica, con habilidades de investigación científica tecnológica.

Un Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones en el ámbito laboral es capaz de:

- Diseñar, implementar y trabajar con sistemas para la transmisión de información.
- Diseñar, analizar e implementar sistemas de medición electrónica y diversos sistemas de control automatizado.
- Analizar, diseñar, configurar y plantear soluciones con sistemas electrónicos de comunicaciones; asimismo evaluar tendencias tecnológicas en el ámbito de las telecomunicaciones.
- Realizar supervisiones, peritajes, auditorias en distintos proyectos de tecnología.
- Planificar, supervisar y liderar proyectos en el campo de las telecomunicaciones, informático y electrónica aplicada.



En la etapa de pregrado se dictaron cursos teóricos - prácticos, como Telecomunicaciones I, II y III, Comunicaciones Ópticas, Gestión Empresarial, Dispositivos Electrónicos, Liderazgo Personal y Estratégico y Comunicación vía Satélite que fueron de gran importancia y aportaron conocimientos especializados en el perfil profesional para el desenvolvimiento en el ámbito laboral, los cuales se detallan en la tabla 22.

Tabla 22. Cursos de importancia y relevancia en el Perfil Profesional del Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones de la UNTELS

<b>Curso o Asignatura IET</b>	<b>Aporte / Habilidad</b>
Telecomunicaciones I, II y III	Hizo posible comprender los fundamentos y tecnologías de los sistemas de telecomunicaciones existentes.
Comunicaciones Ópticas	Permite gestionar proyectos que utilizan como medio de comunicación a la fibra óptica. Diseñar y realizar la elección de dispositivos, elementos y actividades en la implementación de una red de fibra óptica, entendiendo los eventos, sucesos y parámetros ópticos en las fibras ópticas. Analizar y validar las distintas pruebas que se realizan para comprobar la calidad de un enlace de fibra óptica.
Gestión Empresarial	Brindó conocimientos sobre las medidas y estrategias que buscan mejorar la productividad y competitividad de la empresa
Dispositivos Electrónicos	Brindó los conocimientos para analizar las características y condiciones de funcionamiento que tienen los dispositivos que conforman circuitos, equipos y sistemas electrónicos.
Liderazgo personal y estratégico	Enseñó fundamentos y técnicas para el análisis de estrategias que ayudan a lograr objetivos organizacionales.
Comunicación Vía Satélite	Brindó conocimientos para realizar y comprender cálculos y medidas de enlaces de telecomunicaciones inalámbricas.

Fuente: Elaboración propia

Concerniente a mi puesto como Analista de Planificación de Red de Planta Externa, mis roles y responsabilidades en las etapas de diseño e implementación de la red del proyecto, se encuentran detalladas en la tabla 23.

Tabla 23. Roles y responsabilidades en las etapas del proyecto

Etapa	Sub etapa	Rol / Responsabilidad
I. Diseño de la red de fibra óptica	Análisis y situación actual del operador	Realizar el análisis y situación actual del operador, delimitando zona de cobertura acorde a la red existente.
	Consideraciones y parámetros de red a diseñar	Identificar las consideraciones y parámetros necesarios para el diseño de la red.
	Diseño de gabinete	Realizar el diseño de gabinete en los softwares QGIS y AutoCAD. Elaborar diagrama esquemático de empalmes de la red. Dimensionar capacidad de cables de fibra óptica por implementar.
	Validación en campo	Realizar inspección en campo. Realizar la proyección de postería y canalizaciones. Elaborar planos CAD de diseño (tendido de fibra óptica y obras civiles).
	Designación de elementos, materiales y trabajos requeridos	Identificar, seleccionar elementos, materiales según características técnicas y datasheet. Identificar trabajos requeridos para implementar la red de fibra óptica. Cuantificar materiales y trabajos requeridos para la implementación.
	Presupuesto de implementación	Presupuestar la implementación de la red de fibra óptica, en base a los precios establecidos por el operador.
II. Implementación y despliegue de la red	Planificación y gestión de los trabajos	Elaborar cronograma proyectado de obra. Elaborar el RFP del proyecto, describiendo las bases técnicas, premisas y alcances y derivarlo al área de Logística. Realizar seguimiento y coordinar con el área de Logística, hasta la asignación de contratistas.
	Ejecución de Obras Civiles	Realizar seguimiento y coordinar con el área interna de Obras Civiles sobre el estado la construcción de las canalizaciones e instalación de postería proyectada.
	Implementación de la red de fibra óptica	Supervisar, coordinar y dar soporte a la contratista ejecutora de la implementación de la fibra óptica.
	Validación de la implementación de la red de fibra óptica	Realizar la lectura y análisis de las pruebas reflectométricas. Aprobar la implementación de los enlaces según diagrama esquemático de la red.

Fuente: Elaboración propia

## 2.4. Resultados

La ejecución del proyecto brinda beneficios económicos e institucionales al operador de telecomunicaciones, pues le permite ampliar su capacidad de atender nuevos clientes, así como seguir creciendo a nivel nacional y estar al nivel de los operadores de telecomunicaciones tradicionales y competir con ellos en el mercado de las telecomunicaciones. La ejecución del proyecto brinda una ganancia neta aproximada de S/. 617,950.04 en un horizonte temporal de 4 años calculado con una tasa de descuento del 15%, este cálculo de ganancia estimada se realizó construyendo el flujo de caja del proyecto y calculando los indicadores económicos del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), concluyendo además que el proyecto es rentable y viable para el operador de telecomunicaciones.

Así mismo la red de fibra óptica implementada, tiene la capacidad de brindar el servicio de fibra oscura a otros operadores de telecomunicaciones mediante el arrendamiento de hilos de fibra óptica, lo que generaría ingresos económicos adicionales, lazos y alianzas institucionales para la ejecución de proyectos futuros.

La construcción de infraestructura de planta externa (canalizaciones, cámaras y postería) que se realizó en el presente proyecto, hace posible que en próximos proyectos no sea necesario volver a invertir en lo mencionado, sólo se realizaría la inversión de implementación en el despliegue de fibra óptica ya que se tienen rutas validadas y factibles para realizar el tendido de fibra sin problemas, por lo que el operador de telecomunicaciones podría apuntar a cubrir el mercado de internet a hogares en toda la zona de cobertura de los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres.

Este proyecto beneficia al desarrollo tecnológico de los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, ya que se brinda la oportunidad de contar con internet dedicado de banda ancha a 288 pequeñas y grandes empresas generando así mayores oportunidades de estar conectados con el mundo, expandiendo y agilizando operaciones que son requeridas en sus negocios, ser más productivos, gracias a los diversos servicios que se ofrecen a través de un enlace dedicado de banda ancha.

## CONCLUSIONES

Se concluye que el diseño e implementación de la red de fibra óptica pext en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, permitirá al operador brindar el servicio de internet y enlaces dedicados empresariales en la zona de cobertura gracias a la ejecución del proyecto.

Se diseñó la red de fibra óptica pext del operador en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, con 32,513.00 m. de cables de fibra óptica ADSS monomodo de 96 y 48 hilos spam 100, 620.50 m de canalizado, 10 cámaras XB y 49 postes de concreto proyectados. A su vez se elaboró el diagrama esquemático de la red, donde se requerían 587 fusiones y 9 sangrados en los cables de fibra óptica.

Se implementó con éxito la red de fibra óptica pext en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, de acuerdo a las normativas de construcción y operación de redes de comunicaciones dictadas en el Código Nacional Eléctrico - CNE en su sección 2 (Tablas 232-1 y 233-1), estándares normados por el arrendador de infraestructura Enel y propios del operador de telecomunicaciones.

Se validó la implementación de la red de fibra óptica pext, a través de las pruebas reflectométricas efectuadas a los 288 enlaces realizados, corroborando que los enlaces cumplan con el diagrama esquemático de la red y que las fusiones realizadas no superen la pérdida 0.2 dB en su tercera ventana de transmisión 1550 nm, según parámetros aceptados por el operador. Así mismo se corroboró que no existieran macro o microcurvaturas a lo largo de los enlaces.

## RECOMENDACIONES

El personal técnico que realice la implementación de fibra óptica en pext, en cumplimiento con el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo debe contar con sus elementos de protección personal y realizar diariamente la charla de 5 minutos, identificando los peligros que conllevan los trabajos a realizar.

Para el análisis y validación de las pruebas reflectométricas se deben conocer los estándares y parámetros aceptados por el operador de telecomunicaciones que garanticen la óptima implementación de los enlaces de fibra óptica.

Al realizar la lectura de las pruebas reflectométricas, algunos empalmes de fibra óptica no se muestran en los eventos de la gráfica del OTDR en la ventana 1350 nm, por tal se recomienda que para validar e identificar la pérdida de cada empalme de fibra óptica, se realice la lectura en la ventana de 1550 nm al ser ésta más sensible y precisa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addanki, S., Amiri, I. S. y Yupapin, P. (2018). Review of optical fibers-introduction and applications in fiber lasers. *Results in Physics*, (10), 743-750. doi: 10.1016/j.rinp.2018.07.028
- Chomycz, B. (1998). *Instalaciones de Fibra Óptica*. Madrid, España: McGraw Hill / Interamericana de España.
- Commscope (2018). *FTTX Fibra a la X*. Recuperado de: <https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/2525-fiber-to-the-x-fundamentals-ebook-eb-112495-es.pdf?r=1>
- España, M. C. (2005). *Comunicaciones Ópticas: Conceptos esenciales y resolución de ejercicios*. Madrid, España: Ediciones Días de Santos S.A.
- García, S., Jiménez, N. y Ponce, L. R. (2010). *Diseño de una red telefónica (Planta externa) en las colonias San Isidro y Unión de Guadalupe en el municipio de Valle de Chalco, México* (Tesina). Instituto Politécnico Nacional, Chulhuacan, México.
- Montenegro, V. A. (2002). *Estudio y Optimización de la red telefónica* (Plan de Trabajo de Habilitación). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Optical Networks (2018). *Especificaciones y normas técnicas para la ejecución de Obras Civiles en la planta externa*. Lima, Perú
- Sigma Networks (2017). *Cables de Fibra Óptica*. Zaragoza, España. Recuperado de: <http://sigmanetwork.es/familias-cables-fibra-optica>
- Takai, H. y Yamauchi, O. (2009). Optical fiber cable and wiring techniques for fiber to the home (FTTH). *Optical Fiber Technology*, (15), 380-387. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yofte.2009.04.002>
- Tanenbaum, A. S. y Wetherall, D. J. (2012). *Redes de computadoras*. Estado de México, México: Pearson Educación.
- TELEVES. (2019). *Introducción a la fibra óptica II*. Recuperado el 2020, de TELEVES.
- Tomasi, W. (2003). *Sistema de Comunicaciones Electrónicas*. México D.F, México: Pearson Educación



- Vallejo, R. D. (2013). *Diseño de una red de última milla con tecnología GPON para la parroquia Cumbayá en el Distrito Metropolitano de Quito* (Trabajo de Investigación). Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.
- Villacrés, J. C. y Muriel, A. G. (2016). *Estudio y Diseño de una Red de Planta externa de fibra óptica GPON para proveer servicios de voz, video y datos aplicado a la ciudad de Alausí para la CNT empresa pública Riobamba* (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Xiang, L. (2019). Evolution of Fiber-Optic Transmission and Networking toward the 5G Era. *iScience*, (22), 489-506. doi: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2019.11.026>
- Xperts Factory (2018). *Tecnologías de Transmisión de Datos*. Recuperado de: <https://xpertsfactory.com/wp-content/uploads/2018/08/Libro-de-Fibra-optica-pdf.pdf>

## ANEXOS

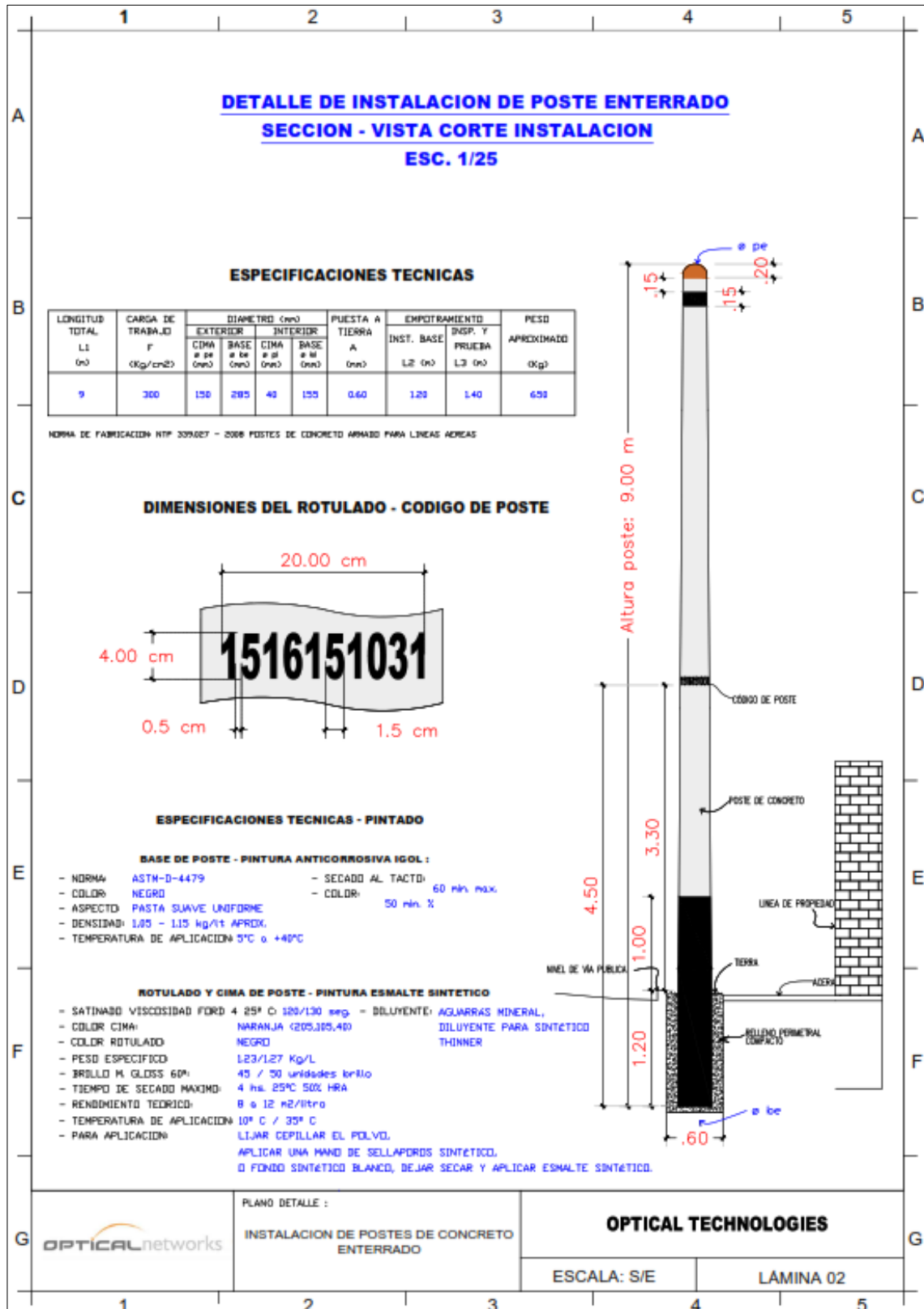
**Anexo 1: Tabla 232-1 CNE - Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso**

Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V <sup>11,13</sup> ; conductores neutros que cumplen con la Regla 230.E.1; cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1 (m)	Conductores de comunicación no aislados; cables autoportantes de suministro hasta 750 V que cumplen con las Reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las Reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 300 V a 750 V <sup>14</sup> (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 23 kV <sup>14</sup> (m)	Conductores de contacto de vías férreas electrificadas y trole; y cables mensajeros	
	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros	Conductor o cable aislado de BT	Conductor protegido de BT Conductor o cable aislado de MT	Conductor desnudo de MT	Hasta 750 V a tierra (m)	Más de 750 V a 23 kV a tierra (m)
<b>Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen</b>						
1. Vías Férreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos) <sup>2,16,22</sup>	7,3	7,3	7,5	8,0	7,0 <sup>4</sup>	7,0 <sup>4</sup>
2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones <sup>23</sup>	6,5	6,5	6,5	7,0	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>
2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones <sup>23</sup>	5,5	5,5	5,5	6,5	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>
3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones	5,5 <sup>7,13</sup>	5,5 <sup>7,13</sup>	5,5 <sup>7</sup>	6,5	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>
4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	5,5	5,5	5,5	6,5	-	-
5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos <sup>9</sup>	4,0	4,0 <sup>B</sup>	4,0 <sup>B</sup>	5,0	5,0	5,5
5.b. Calles y caminos en zonas rurales	5,5	5,5 <sup>B</sup>	5,5 <sup>B</sup>	6,5	5,5	6,1

**Anexo 2: Tabla 233-1 CNE - Distancia de seguridad vertical entre los alambres, conductores y cables tendido en diferentes estructuras de soporte**

Nivel Inferior	Nivel Superior				
	Retenidas de comunicación puestas a tierra de manera efectiva, alambres de suspensión y mensajeros, conductores y cables de comunicación (m)	Retenidas de suministro puestas a tierra de manera efectiva, alambres de suspensión y mensajeros, conductores neutros que cumplen la Regla 230.E.1, y cables de guarda (m)	Cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1 (cable autoportado) y cables de suministro hasta 750 V que cumplen con la Regla 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Conductores de suministro expuestos hasta 750 V y cables de suministro de más de 750 V que cumplen con la Regla 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Conductores de suministro expuestos de más de 750 V a 23 kV  (m)
1. Retenidas de suministro puestas a tierra de manera efectiva, <sup>7</sup> alambres de suspensión y mensajeros, conductores neutros que cumplen la Regla 230.E.1, y cables de guarda contra sobretensiones.	0,60 <sup>1,2</sup>	0,60 <sup>1,2</sup>	0,60 <sup>2</sup>	0,60	1,20
2. Retenidas de comunicación puestas a tierra de manera efectiva, <sup>7</sup> alambres de suspensión y mensajeros; conductores y cables de comunicación	0,60 <sup>1,2</sup>	0,60 <sup>1</sup>	0,60	1,20 <sup>8</sup>	1,80 <sup>5</sup>
3. Cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1 y cables de suministro hasta 750 V que cumplen con las Reglas 230.C.2 o 230.C.3	0,60	0,60	0,60	1,00	1,20
4. Conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; cables de suministro de más de 750 V que cumplen con la Regla 230.C.2 o 230.C.3	1,20 <sup>9</sup>	1,00	1,00	1,00	1,20
5. Conductores de suministro expuestos, de 750 V a 23 kV	1,80 <sup>5,9</sup>	1,20	1,20 <sup>9</sup>	1,20 <sup>9</sup>	1,20
6. Trole y conductores de contacto de la vía férrea electrificada y vano asociado y alambres portadores	1,20 <sup>3</sup>	1,20 <sup>3</sup>	1,20 <sup>3</sup>	1,20 <sup>3,4</sup>	1,80

# Anexo 3: Especificaciones técnicas de postes de concreto Optical Networks



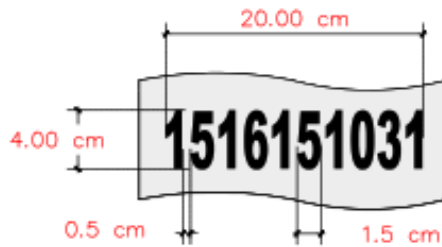
**DETALLE DE INSTALACION DE POSTE CIMENTADO**  
**SECCION - VISTA CORTE INSTALACION**  
**ESC. 1/25**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

LONGITUD TOTAL L1 (cm)	CARGA DE TRABAJO F (Kg/cm2)	DIAMETRO (cm)				PUESTA A TIERRA A (cm)	EMPOTRAMIENTO		PESO APROXIMADO (Kg)
		EXTERIOR CIMA a la pe (cm)	BASE a la be (cm)	INTERIOR CIMA a la pi (cm)	BASE a la bi (cm)		INST. BASE L2 (cm)	INSP. Y PRUEBA L3 (cm)	
9	300	150	285	48	155	0.60	0.90	1.40	650

NORMA DE FABRICACION: NTP 337027 - 2006 POSTES DE CONCRETO ARMADO PARA LINEAS AEREAS

**DIMENSIONES DEL ROTULADO - CODIGO DE POSTE**



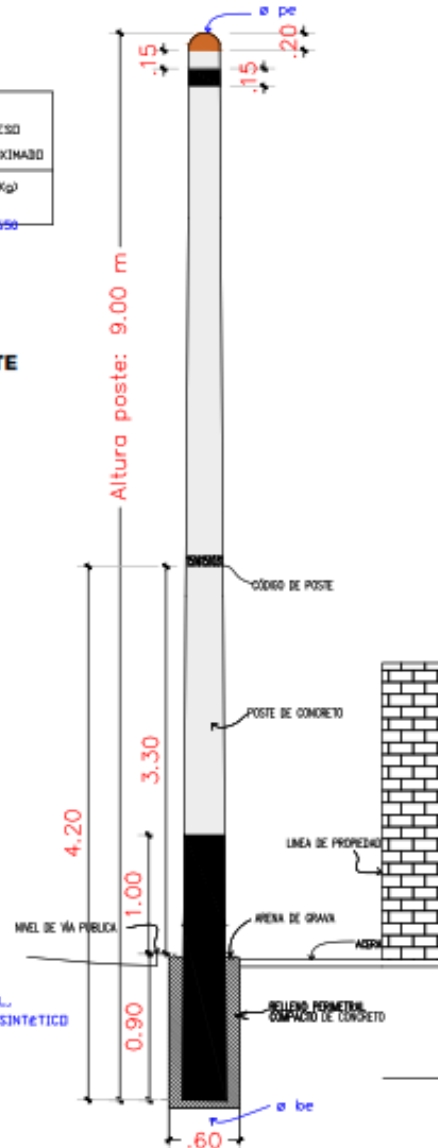
**ESPECIFICACIONES TECNICAS - PINTADO :**

**BASE DE POSTE - PINTURA ANTICORROSIVA IGOL :**

- NORMA: ASTM-D-4479
- COLOR: NEGRO
- ASPECTO: PASTA SUAVE UNIFORME
- DENSIDAD: 1,05 - 1,15 kg/lt APROX.
- TEMPERATURA DE APLICACION: 5°C a +40°C
- SECADO AL TACTO: 60 Min. MAX.
- COLOR: 50 Min. X


**ROTULADO Y CIMA DE POSTE - PINTURA ESMALTE SINTETICO**

- SATINADO VISCOSIDAD FORD 4 25° C 120/130 seg.
- COLOR CIMA: NARANJA (205,105,40)
- COLOR ROTULADO: NEGRO
- PESO ESPECIFICO: 1.23/1.27 Kg/L
- BRILLO M. GLOSS 60%
- TIEMPO DE SECADO MAXIMO: 4 hrs. 25°C 50% HRA
- RENDIMIENTO TEORICO: 8 a 12 m2/litro
- TEMPERATURA DE APLICACION: 10° C / 35° C
- PARA APLICACION: LIJAR CEPILLAR EL POLVO, APLICAR UNA MANO DE SELLAPOROS SINTETICO, O FONDO SINTETICO BLANCO, DEJAR SECAR Y APLICAR ESMALTE SINTETICO.
- DILUYENTE: AGUARRAS MINERAL, SOLUYENTE PARA SINTETICO THINNER



G	OPTICALnetworks	PLANO DETALLE :	<b>OPTICAL TECHNOLOGIES</b>		G
		INSTALACION DE POSTES DE CONCRETO CIMENTADO	ESCALA: S/E	LAMINA 01	


## Anexo 4: Formato de Checklist - Ciclo de vida de proyecto

	<b>CHECKLIST - CICLO DE VIDA DE PROYECTO</b>	Elaboración	ÁREA PLANIFICACIÓN DE RED
		Aprobación	JEFATURA PLANIFICACIÓN DE RED
	<b>PROYECTO AMPLIACION DE RED</b>	Versión	2
		Fecha	10/09/2018

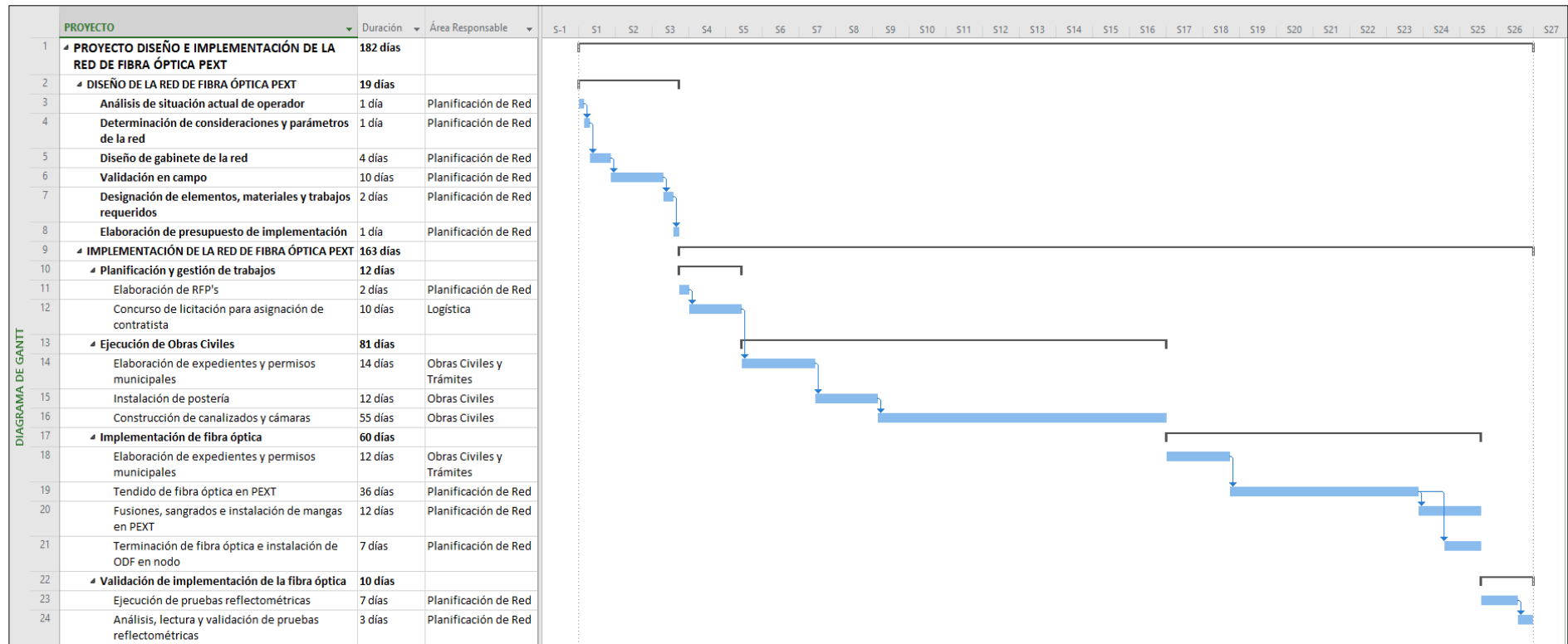
Proyecto:	Ampliación Nodo Los Olivos	Tipo:	Red Corporativa
Área responsable:	Planificación de Red PEXT	Ingeniero a cargo:	Diego F. Dávalos Parra
Fecha inicio:	15/04/2019	Fecha culminación:	28/03/2020

ETAPA	SUBETAPA/ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CULMINADO	OBSERVACIONES
Diseño de la red de fibra óptica pext	Análisis de situación actual de operador	Planif. red pext	✓	-
	Determinación de consideraciones y parámetros de la red	Planif. red pext	✓	-
	Diseño de Gabinete	Planif. red pext	✓	-
	Validación en campo	Planif. red pext	✓	-
	Cuantificación de elementos materiales y trabajos requeridos	Planif. red pext	✓	-
	Elaboración de presupuesto de implementación	Planif. red pext	✓	No se consideraron gastos de trámites/exped. municipales
Implementación de la red de fibra óptica pext	Planificación y gestión de los trabajos (Elaboración RFP's y asignación de contratistas)	Planif. red pext y Logística	✓	Contratistas asignadas (ABL Group y HMC Proyectos)
	Ejecución de Obras Civiles (instalación de Postes)	Obras Civiles	✓	-
	Ejecución de Obras Civiles (Construcción de canalizaciones y cámara de telecomunicaciones)	Obras Civiles	✓	-
	Implementación de fibra óptica (tendido en pext, instalación mufas y terminación de f.o en nodo)	Planif. red pext	✓	Standby de 2 meses y medio por elaboración de EVAP
	Validación de implementación (inspección en campo y lectura de pruebas reflectométricas)	Mantenimiento y Planif. Red pext	✓	Se valida implementación de f.o según estándares de O.N

<b>OBSERVACIONES / COMENTARIOS GENERALES:</b>
La implementación de la red de fibra óptica fue culminada y validada según estándares normados por Optical Networks, la planta construida queda bajo la supervisión del área de mantenimiento de planta externa.
Contratista ejecutora del tendido de fibra óptica (HMC Proyectos) subió información de liquidación al drive de O.N.
Se da conformidad y culminación del proyecto ampliación de red nodo Los Olivos

  
 OPTICAL TECHNOLOGIES S.A.C.  
 -----  
 Diego F. Dávalos Parra  
 Analista Planificación de Red  
 Nombre y Apellido: Diego F. Dávalos Parra  
 Cargo: Analista de Planificación de Red Pext

## Anexo 5: Diagrama de Gantt del Diseño e Implementación de la red de fibra óptica de planta externa







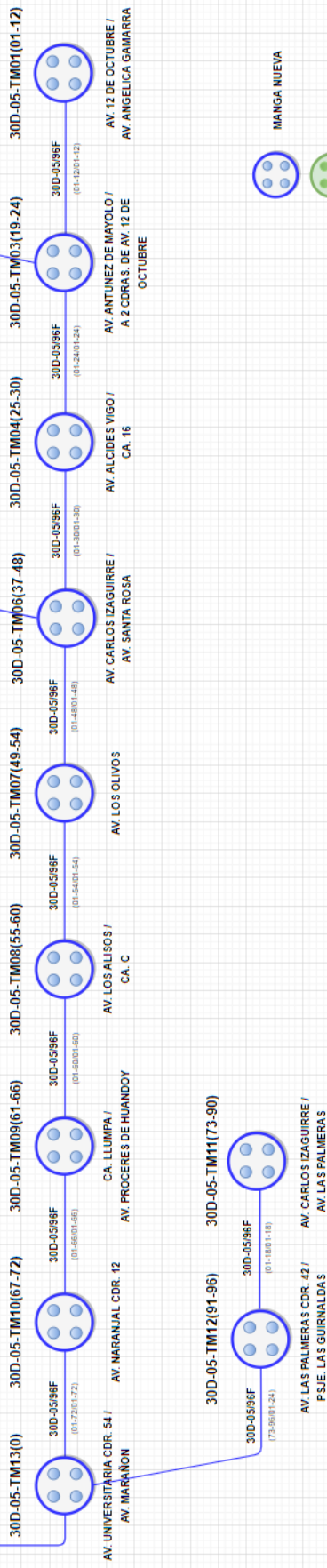
# RUTA 02

## 30D-05/96F

NODO  
PROVEEDOR

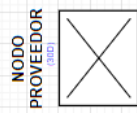


30D-0596F  
(01-506)

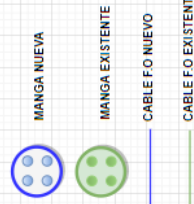
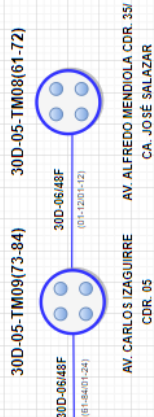
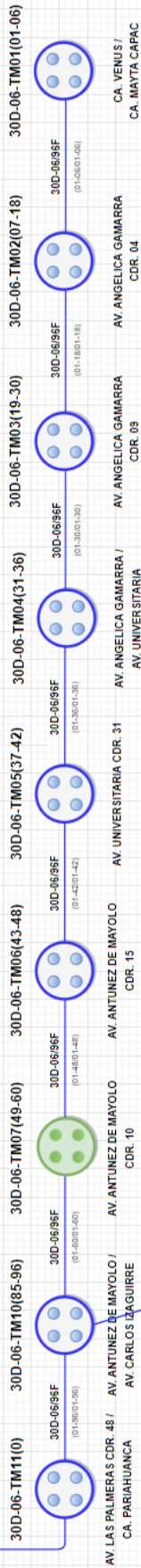


# RUTA 03

## 30D-06/96F

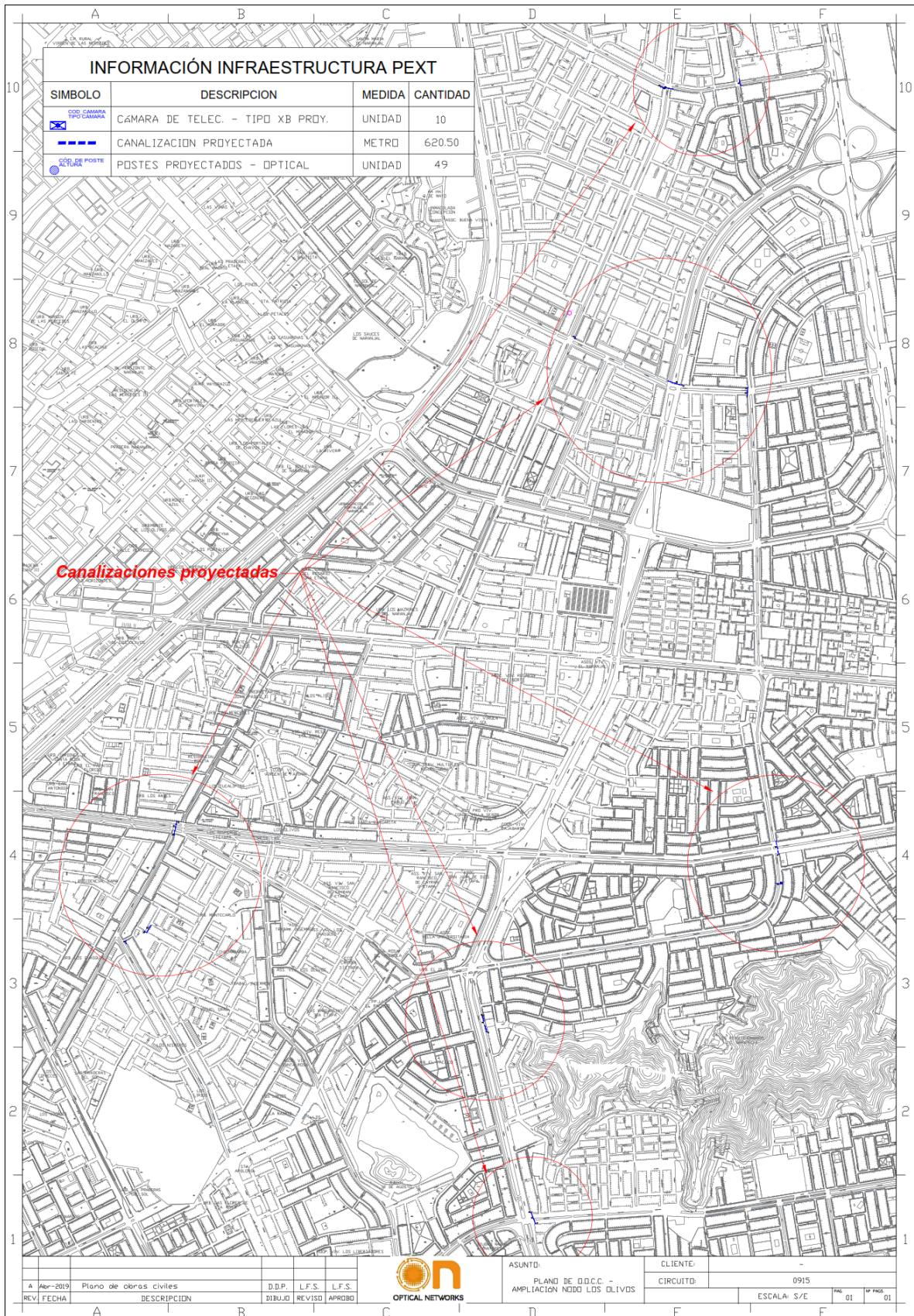


30D-06/96F  
(01-386)



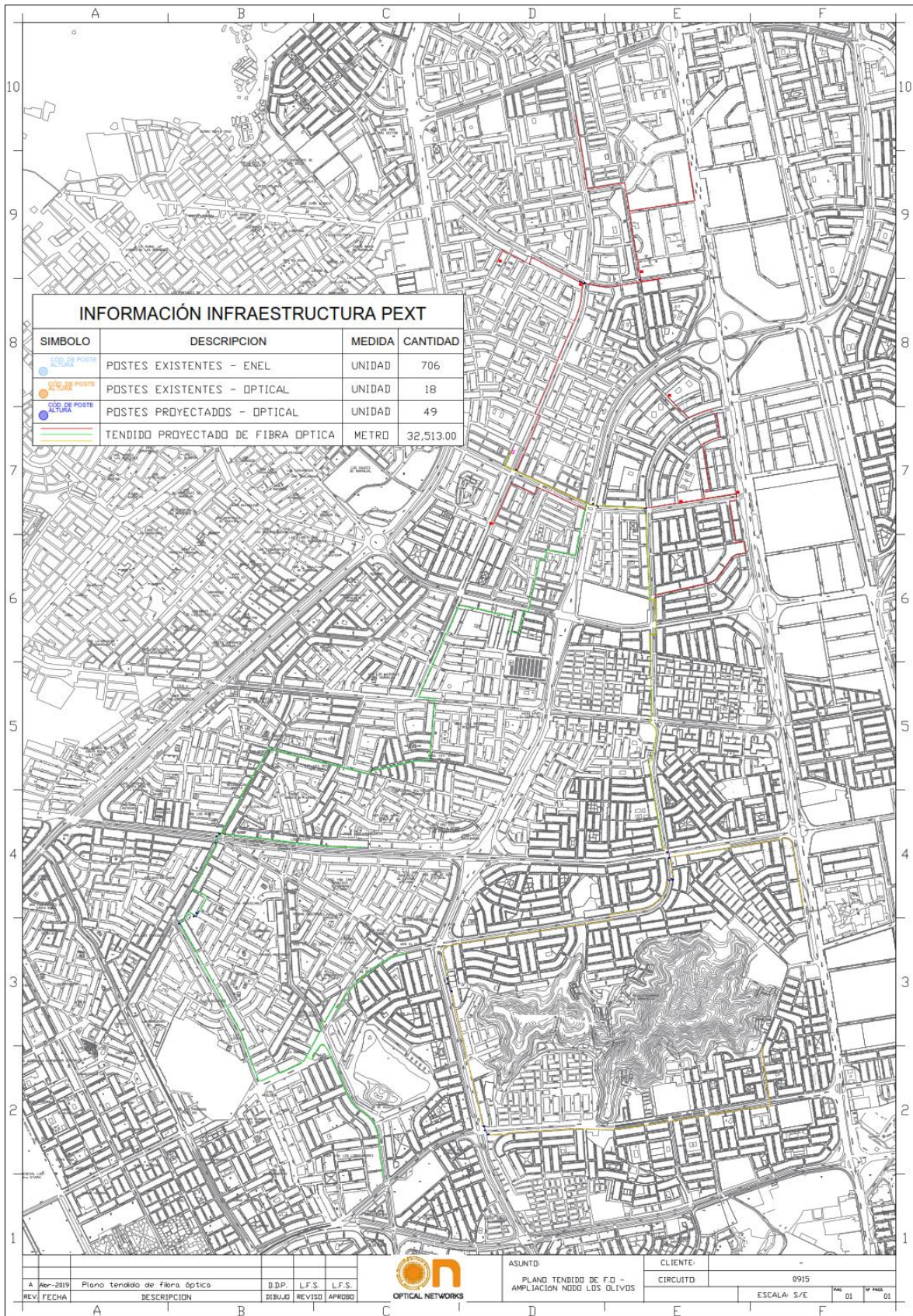


## Anexo 7: Plano de Diseño O.O.C.C.





## Anexo 8: Plano de diseño tendido de fibra óptica



## Anexo 9: Datasheet de los cables de fibra óptica ZTT de la Red



### 2. OPTICAL FIBER

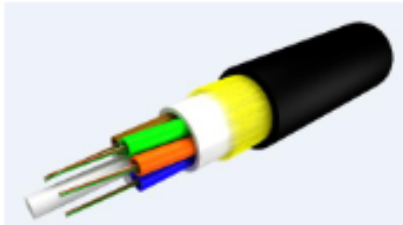
The optical fiber is made of high pure silica and germanium doped silica. UV curable acrylate material is applied over fiber cladding as optical fiber primary protective coating. The detail data of optical fiber performance are shown in the following table.

#### G.652D Fiber

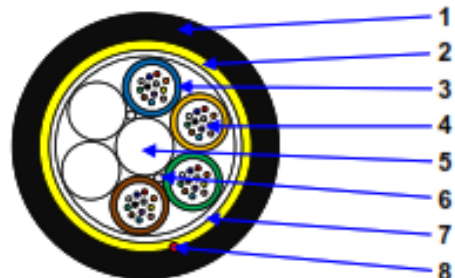
Category	Description	Specifications	
		Before cabling	After cabling
Optical Specifications	Attenuation @1310 nm	≤0.34 dB/km	≤0.36 dB/km
	Attenuation @1550 nm	≤0.20 dB/km	≤0.22 dB/km
	Zero Dispersion Wavelength	1300~1324 nm	
	Zero Dispersion Slope	≤0.092 ps/nm <sup>2</sup> ·km	
	PMD (Polarization Mode Dispersion)	≤0.2 ps/√km	
	Cable Cutoff Wavelength ( $\lambda_{cc}$ )	≤1260 nm	
	Macro bending Loss (100 turns; $\Phi$ 50 mm) @1550 nm	≤ 0.05 dB	
	(100 turns; $\Phi$ 50 mm) @1625 nm	≤ 0.10 dB	
Mode Field Diameter @1310 nm	9.2±0.4 $\mu$ m		
Dimensional Specifications	Cladding Diameter	125 ±1 $\mu$ m	
	Core/clad concentricity error	≤0.6 $\mu$ m	
	Cladding Non-Circularity	≤1.0%	
Mechanical Specifications	Proof stress	≥0.69Gpa	



### 3.3 CABLE TYPE: OFC-48G.652D-FA-SA-S1 (100m span)



Picture is only for reference



#### Technical Characteristics

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

#### Construction:

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

#### Dimension and Properties

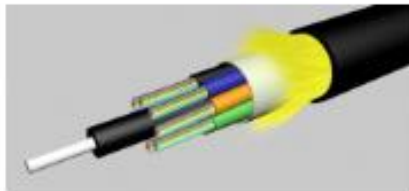
Physical	Fiber count	48 G.652D
	No of loose tube / filler	4/2
	Fiber No. per tube	12
	Cable OD	10.2mm± 5%
	Cable weight	84kg/km±15%
	Operation temperature range	-40 deg C to + 70 deg C
	Installation temperature range	-10 deg C to + 60 deg C
	Transport and storage temperature range	-40 deg C to + 70 deg C
Mechanical	Max. tensile load	2.5KN
	Crush resistance	1500 N/10cm
	Minimal installation bending radius	20 x OD
	Minimal operation bending radius	10 x OD

#### Color code scheme:

Fiber color	blue	orange	green	brown	gray	white	red	black	yellow	violet	pink	aqua
Tube color	blue	orange	green	brown	/	/	/	/	/	/	/	/



### 3.4 CABLE TYPE: OFC-96G.652D-FA-SA-S1 (100m span)



Picture is only for reference



#### Technical Characteristics

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

#### Construction:

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

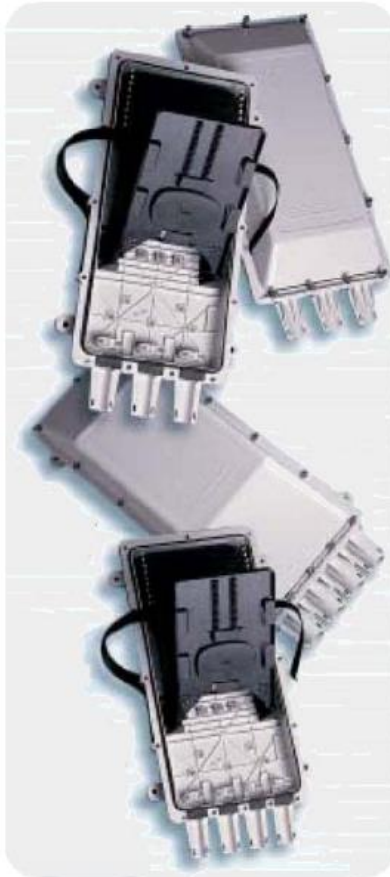
#### Dimension and Properties

<b>Physical</b>	Fiber count	96 G.652D
	No of loose tube / filler	8/0
	Fiber No. per tube	12
	Cable OD	11.6mm± 5%
	Cable weight	105kg/km± 15%
	Operation temperature range	-40 deg C to + 70 deg C
	Installation temperature range	-10 deg C to + 60 deg C
	Transport and storage temperature range	-40 deg C to + 70 deg C
<b>Mechanical</b>	Max. tensile load	2.7KN
	Crush resistance	1500 N/10cm
	Minimal installation bending radius	20 x OD
	Minimal operation bending radius	10 x OD

#### Color code scheme:

<b>Fiber color</b>	blue	orange	green	brown	gray	white	red	black	yellow	violet	pink	aqua
<b>Tube color</b>	blue	orange	green	brown	gray	white	red	black	/	/	/	/

**FIBER OPTIC WATER-TIGHT SPLICE CLOSURE**



**USAGE**

General installations of singlemode or multimode O.F. (optical fiber) systems.

**DESCRIPTION**

The water-tight cable box FOPT with universal access from 3dnet.es comes in three versions, allowing for the splicing of up to 64 O.F. and up to 128 O.F. respectively. Its modular folding trays with capacity of up to 16 splices each allows coverage of any splicing need any splicing need within the aforementioned capacities. It includes input-output access for up to four (4) main cables.

It is manufactured with fiberglass-reinforced polycarbonate and stainless steel elements. Its perfect air-tightness (tested under 60cm water column for 48 hrs at room temperature) is obtained through rubber gaskets at cable entries and an O-ring around the box base which then fits snugly into the top (IP 68w).

Air-tightness and resistance levels obtained during the tests shown below ensure a perfect state of fiber optic splicing during the entire cable life-cycle. This allows for various types of installation: out-door; direct burial; or mounted on post or wall (the closure has drills for post or wall brackets). It also includes special pins to enable by-pass of fibers, which allows for derivation-type installations.

**FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

Approximate weight: 3 Kgs. (FOPT 64 version) and 5.5 Kgs. (FOPT 128 version).

Rubber gaskets mounted directly on box input-output entries allow for cables from 14.5 mm - 16.3 mm Ø (FOPT 64 version) and up to 21.5 mm Ø (FOPT 128/256 version).

Box cover (same color as base) is fixed on base by 8 plastic clips and 3 stainless-steel screws.

Hinged modular trays are collapsible 90° which allows for easy and individual manipulation.

Each tray contains round organizers with retractable fins (4 pcs), which ensure maintaining the minimum curvature of

the fibers housed within. The organizers are designed so that splice protectors are fixed into place by simple manual

pressure. Finally, trays are closed and locked with tops made of the same material and color.

**MATERIALS**

- Base (fiber-glass reinforced polycarbonate)
- Top (polycarbonate)
- Trays (ABS)
- Screws (stainless steel)

**TESTS PERFORMED**

TEST TYPE	METHODOLOGY	RESULT
AIR-TIGHTNESS	SUBMERGE IN 60CM WATER COLUMN (IP 68W)	POSITIVE
THERMAL CYCLE	24 HOUR CYCLE S/ER.F6.024	POSITIVE
IMPACT	UNE 20324 PROTEC9	POSITIVE
DEAD WEIGHT	100 KGS ON 10 CM Ø FOR 10 MINS.	POSITIVE
RESISTANCE TO ACID SALT SPRAY	ASTM B287	POSITIVE

**REFERENCES & APPROVALS**

- Compliant with Telefónica specification ER.F6.024 1st Ed. September 1991 (FOPT 64 version)
- Compliant with Telefónica specification ER.F6.027 1st Ed. March 1992 (FOPT 128 version)
- Used by most operators, such as, Airtel, Retecal, Cabletelca, BT, etc.

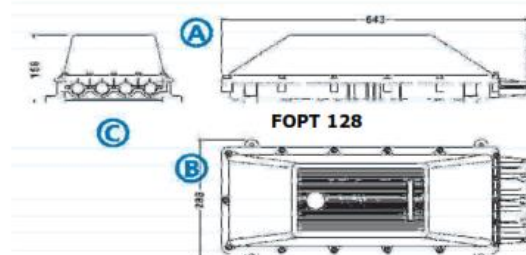
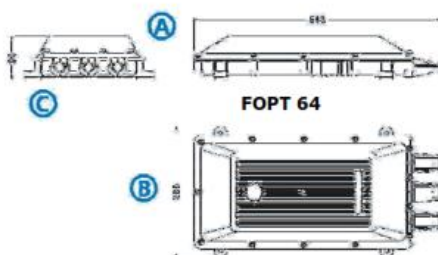
**This product is supplied with the following equipment:**

**STANDARD:**

FOPT 64 version	FOPT 128 version
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 ring sets type I.</li> <li>• 1 vaseline tube (15 grs) neutral</li> <li>• 2 bags of silica-gel</li> <li>• 3 rubber gaskets for 16mm Ø cable entries with respective plugs.</li> <li>• Marking space for tubes and splices</li> <li>• Cable installation element set</li> <li>• Installation manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 ring sets type I.</li> <li>• 1 vaseline tube (15 grs) neutral</li> <li>• 2 bags of silica-gel</li> <li>• 1 rubber gaskets for a 16mm Ø cable entry with plug</li> <li>• 1 rubber gaskets for a 14mm Ø cable entry with plug</li> <li>• 2 rubber gaskets for 19mm Ø cable entries with respective plugs</li> <li>• Marking space for tubes and splices</li> <li>• Cable installation element set</li> <li>• Installation manual.</li> </ul>

**OPTIONAL:**

- Heat-shrinkable splice protectors





## Anexo 11: Oficio - Presentación EVAP



Carta N° 3778-2019/OTCH

Lima, 11 de diciembre de 2019

Señor  
José Aguilar Reátegui  
Director de la Dirección General de Políticas y Regulación en Comunicaciones  
Del Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
Presente.

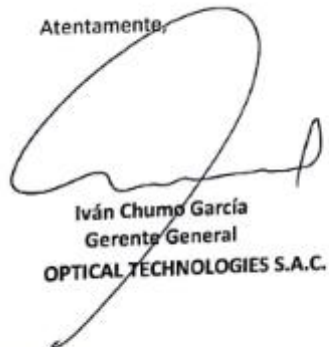
**Asunto:** Presentación de EVAP: Construcción de Infraestructura de Telecomunicaciones (Tendido de fibra óptica, postes, canalizado y cámaras) en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, provincia de Lima; y distrito del Callao de la provincia Constitucional del Callao; departamento de Lima.

**Anexo:** CD con EVAP digitalizado

Me dirijo a usted a fin de presentar la Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP), del proyecto mencionado líneas arriba, con el fin que sea evaluado por los especialistas de vuestra Dirección.

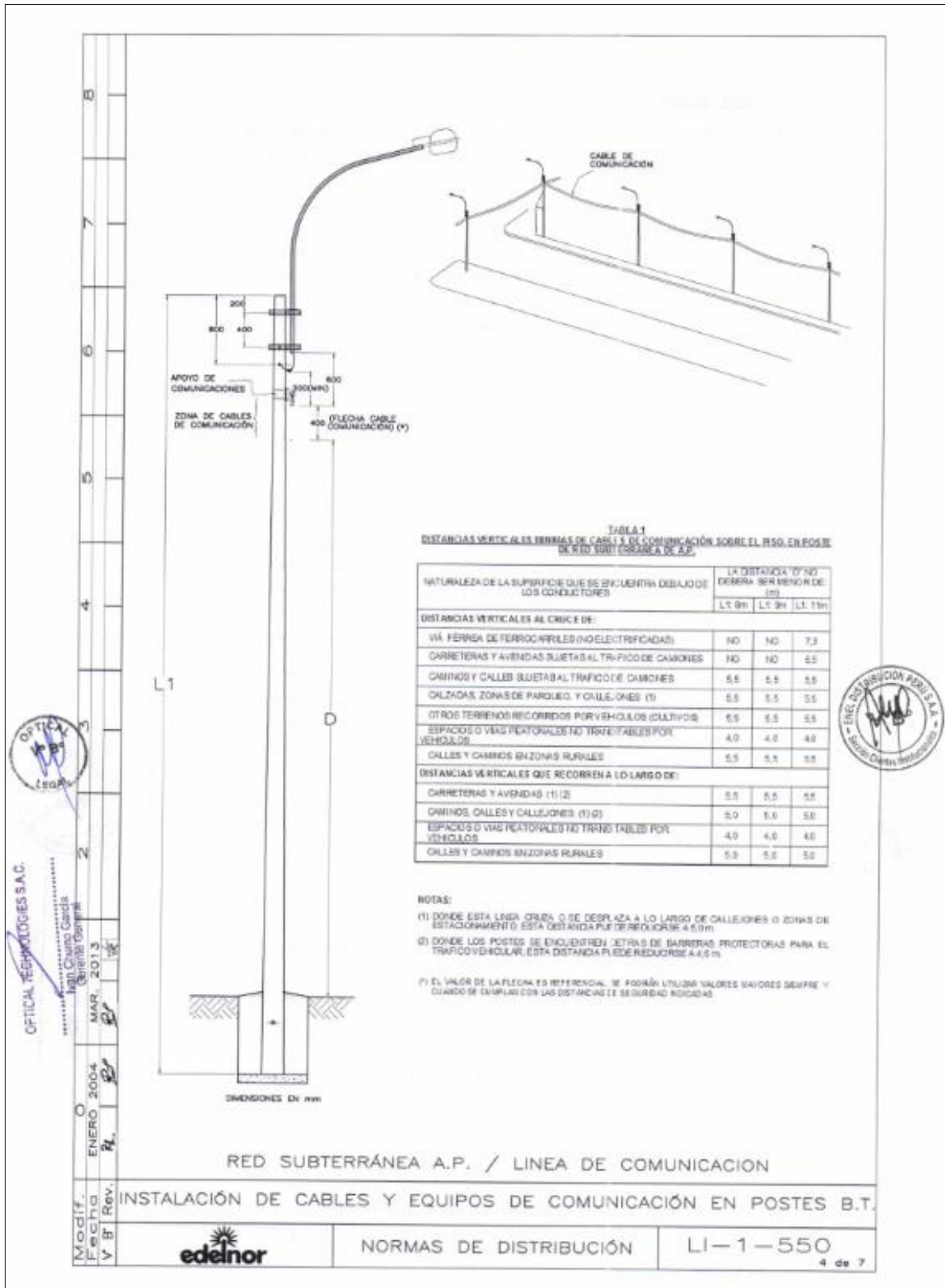
Como es de vuestro conocimiento OPTICAL TECHNOLOGIES S.A.C, con RUC N° 20552504641, es concesionario para la prestación del servicio de Portador Local, autorizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones bajo la resolución 111-2014-MTC/03.

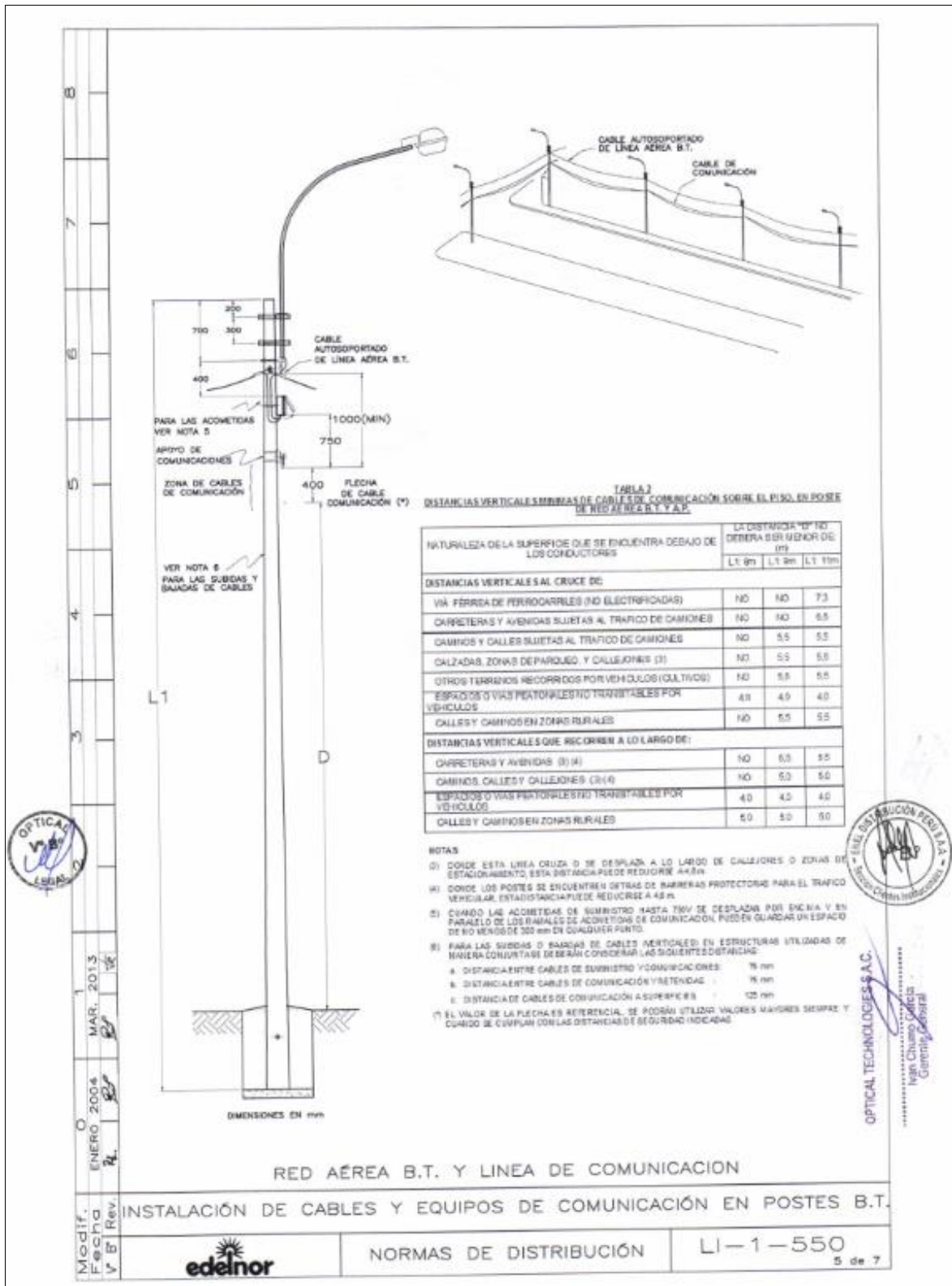
Atentamente,

  
Iván Chumpu García  
Gerente General  
OPTICAL TECHNOLOGIES S.A.C.



## Anexo 12: Consideraciones y normas de la Empresa Enel sobre uso de sus estructuras





**TABLA 2**  
DISTANCIAS VERTICALES MINIMAS DE CABLES DE COMUNICACION SOBRE EL PISO, EN POSTE DE RED AEREA B.T. Y A.P.

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE QUE SE ENCUENTRA DEBAJO DE LOS CONDUCTORES	L1 DISTANCIA "D" NO DEBERA SER MENOR DE (m)		
	L1 9m	L1 9m	L1 11m
<b>DISTANCIAS VERTICALES AL CRUCE DE:</b>			
VIA FERREA DE FERROCARRILES (NO ELECTRIFICADAS)	NO	NO	7.3
CHARRERAS Y AVENIDAS SUJETAS AL TRAFICO DE CAMIONES	NO	NO	5.5
CAMINOS Y CALLES SUJETAS AL TRAFICO DE CAMIONES	NO	5.5	5.5
CALZADAS, ZONAS DE PARQUEO, Y CALLEJONES (2)	NO	5.5	5.5
OTROS TERRANOS RECORRIDOS POR VEHICULOS (CULTIVOS)	NO	5.5	5.5
ESPACIOS O VIAS PEATONALES NO TRANSITABLES POR VEHICULOS	4.0	4.0	4.0
CALLES Y CAMINOS EN ZONAS RURALES	NO	5.5	5.5
<b>DISTANCIAS VERTICALES QUE RECORREN A LO LARGO DE:</b>			
CHARRERAS Y AVENIDAS (3) (4)	NO	5.5	5.5
CAMINOS, CALLES Y CALLEJONES (3) (4)	NO	5.0	5.0
ESPACIOS O VIAS PEATONALES NO TRANSITABLES POR VEHICULOS	4.0	4.0	4.0
CALLES Y CAMINOS EN ZONAS RURALES	5.0	5.0	5.0

- NOTAS**
- (1) CUANDO ESTA LINEA CRUZA O SE DESPLAZA A LO LARGO DE CALLEJONES O ZONAS DE ESTACIONAMIENTO, ESTA DISTANCIA PUEDE REDUCIRSE A 4.8m
  - (2) CUANDO LOS POSTES SE ENCUENTREN DETRAS DE BARRERAS PROTECTORAS PARA EL TRAFICO VEHICULAR, ESTA DISTANCIA PUEDE REDUCIRSE A 4.8 m.
  - (3) CUANDO LAS ADMETIDAS DE SUMINISTRO HASTA 750V SE DESPLAZAN POR ENCIMA Y EN PARALELO DE LOS RAMALES DE ADICIONES DE COMUNICACION, PUEDEN GUARDAR UN ESPACIO DE NO MENOS DE 300 mm EN CUALQUIER PUNTO.
  - (4) PARA LAS SUCESAS O BALISAS DE CABLES VERTICALES EN ESTRUCTURAS UTILIZADAS DE MANERA CONJUNTA SE DEBERAN CONSIDERAR LAS SIGUIENTES DISTANCIAS:
    - a. DISTANCIA ENTRE CABLES DE SUMINISTRO Y COMUNICACIONES: 75 mm
    - b. DISTANCIA ENTRE CABLES DE COMUNICACION Y RETENIDAS: 75 mm
    - c. DISTANCIA DE CABLES DE COMUNICACION A SUPERFICIES: 125 mm
  - (5) EL VALOR DE LA FLECHA ES REFERENCIAL, SE PODRAN UTILIZAR VALORES MAYORES SIEMPRE Y CUANDO SE CUMPLAN CON LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD INDICADAS.



Modif. V.B. Rev. 1  
 ENERO 2004 MAR. 2013  
 V.B. Rev. 2

RED AEREA B.T. Y LINEA DE COMUNICACION  
 INSTALACION DE CABLES Y EQUIPOS DE COMUNICACION EN POSTES B.T.  
 edenor NORMAS DE DISTRIBUCION LI-1-550 5 de 7

OPTICAL TECHNOLOGIES S.A.C.  
 Ingeniero General  
 Gerente General

### Anexo 13: Formatos de charla de 5 minutos del tendido de fibra óptica

**Nº 000365**

**REPORT DE CHARLA DE SEGURIDAD DE 5 MINUTOS**

**HMC**  
HUMANOS MANTENIMIENTO Y CONTRATISTA S.R.L.

Empresa o Contratista: *Optical Networks*

Fecha: *09-09-19*

Lugar: *Av. Proceres de Huandoy*

Hora: *09:00*

Ciudad: *Usp. Nudo Los Olivos*

Circuito: *Usp. Nudo Los Olivos*

Item	Nombre y Apellido del Participante	Cargo	DNI	Empresa	EEP										Firma Trabajador	
					Fobonet	Uniforme	Casco de Seguridad	Bata y/o guantes	Lentes de Seguridad	Guantes	Chaleco Reflectivo	Cinturon Reflectivo	Botas (Deflectas)			
1	<i>Cesar Lima</i>	<i>Tec</i>	<i>95115903</i>	<i>Hmc</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	<i>Enrique Ruben</i>	<i>Tec</i>	<i>7537884</i>	<i>Hmc</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	<i>Freddy Toledo</i>	<i>Tec</i>	<i>125712221</i>	<i>Hmc</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	<i>Elisator Cadano</i>	<i>Tec</i>	<i>00159413</i>	<i>Hmc</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5																
6																
7																
8																

Item	Tema de Charlas de Seguridad	Trabajo a Realizar								Equipamiento		
		Nº	TENDIDO F.O. AEREO	TENDIDO F.O. INTERNO	TENDIDO F.O. CANALIZADO	FUSIONES SANGRADO	INSTALACIÓN DE POSTE	INSTALACIONES DE EQUIPOS	REFLANTEO DE RUTA	INSTALACIÓN DE TORRE	RETRO DE TORRE	OK
1	Señalización con cintas o Saneadoras Legibles a distancia en cámaras de Telc											<input checked="" type="checkbox"/>
2	Delimitar zona de trabajo con cintas (Porta bobinas reservas y manipulación de mangas)											<input checked="" type="checkbox"/>
3	Evaluación de la zona para tomar medidas de seguridad y su emisión											<input checked="" type="checkbox"/>
4	Marcar y delimitar zona de trabajo con conos de seguridad											<input checked="" type="checkbox"/>
5	Prever el riesgo potencial y tomar precauciones (Cruces eléctricos)											<input checked="" type="checkbox"/>
6	La compañía debe cumplir a 100% las acciones indicadas											<input checked="" type="checkbox"/>
7	No confiarle a nadie que otro compañero ya hizo el trabajo											<input checked="" type="checkbox"/>
8	Si es necesario escalar una persona encargada de la señalización											<input checked="" type="checkbox"/>
9	Si es necesario cerrar las calles involucradas en señalización controlada											<input checked="" type="checkbox"/>
10	Mantener contacto siempre con la supervisión											<input checked="" type="checkbox"/>

Riesgos Identificados en la actividad

*Cortes*

*golpes*

*caídas*

Medidas Preventivas

*Uso adecuado de CPTs*

*Señalización de trabajo*

*Orden y Limpieza*

Observaciones Generales

1

2

3

4

5

**OPTICAL NETWORKS S.R.L.**

**Diego F. Divallos Parra**

**Analista Planificación de Red**

FIRMA SUPERVISOR OPTICAL

FIRMA SUPERVISOR DE CONTRATA

**INSTALACIONES**





REPORTE DE CHARLA DE SEGURIDAD DE 5 MINUTOS

Nº 000373

Empresa o Contratista:

Fecha: 11-09-19  
Lugar: AV Moravia  
Hora: 09:00

Cliente: Optical Network  
Circuito: Amp Nudo Los Olivos

Item	Nombre y Apellido del Participante	Cargo	DNI	Empresa	EEP										Firma Trabajador
					Folchak	Uniforme	Casco de Seguridad	Bata y Mochila	Lentes de Seguridad	Cables	Chalco Reflectivo	Cinturon Reflectivo	Batas Descartables		
1	Cesca Lima	Tec	72115908111	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Josethan Martinez	Tec	0010656111	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Josethan Martinez
3	Elisa Cedeno	Tec	00139741511	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4															
5															
6															
7															
8															

Item	Tema de Charlas de Seguridad	Trabajo a Realizar								Equipamiento	OK		
		Nº	TENDIDO F.O. AEREO	TENDIDO DE F.O. INTERNO	TENDIDO F.O. CANALIZADO	FUSIONES SANGRADO	INSTALACIÓN DE POSTE	INSTALACIONES DE EQUIPOS	REPLANTEO DE RUTA			INSTALACIÓN DE TORRE	RETIRO DE TORRE
1	Señalización con cintas o Banderas Legibles a distancia en cámaras de Telc											Porta Bobina	
2	Cerrar la zona de trabajo con mallas (Portabombas reservas y manipulación de mangas)											Porta Escalera	
3	Evaluación de la zona para tomar medidas de seguridad y supervisión											Conos	OK
4	Mandar y delimitar zona de trabajo con conos de seguridad											Mallas de Seguridad	
5	Prever el riesgo potencial y tomar precauciones (Cables eléctricos)											Caballetes	
6	La compañía debe cumplir el 100% las acciones indicadas											Otros	
7	No confiar y asumir que otro compañero ya hizo el trabajo												
8	Si es necesario establecer una persona encargada de la señalización												
9	Si es necesario cerrar las calles involucradas en periódicos controlados												
10	Mantener contacto siempre con la supervisión												

Riesgos Identificados en la actividad	Medidas Preventivas
Cables caídos Cables colgando	Señalizar a los Técnicos de EPPs orden y limpieza

Observaciones Generales
1
2
3
4
5

\_\_\_\_\_  
FIRMA SUPERVISOR OPTICAL

*[Signature]*  
FIRMA SUPERVISOR DE CONTRATA

OPTICAL NETWORK S.A.C.  
Diego F. Davalos Pizarra  
Arbitro Perteneciente al IAF

INSTALACIONES





**HMC**  
INSTRUMENTOS Y MATERIALES S.A.S.

Empresa o Contratista: **HMC**

Fecha: **07-10-19**

Lugar: **LOS OLIVOS**

Hora: **09:00**

**REPORTE DE CHARLA DE SEGURIDAD DE 5 MINUTOS**

**Nº 000364**

Cliente: **AMPLIFICACION NODO LOS OLIVOS (OPTICAL NETWORK)**

Circuito:

Item	Nombre y Apellido del Participante	Cargo	DNI	Empresa	EEP										Firma Trabajador
					Fotocheck	Uniforme	Casco de Seguridad	Bastinado y Maletinas	Lentes de Seguridad	Guantes	Chaleco Reflectivo	Cinturon Reflectivo	Batas (Electricas)		
1	Geor Ima Carranza	TEC	25114103	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	 9837405
2	Carsten Rubina Henke	TEC	25305804	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
3	Javier Sebino Salamanca	TEC	62854503	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
4	Andrés Brando	TEC	6274405	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
5	Freddy Tono	TEC	62712771	HMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
6															
7															
8															

Item	Tema de Charlas de Seguridad	Trabajo a Realizar								Equipamiento		OK		
		Nº	TENDIDO F.O. AEREO	TENDIDO DE F.O. INTERNO	TENDIDO F.O. CANALIZADO	FUSIONES SANGRADO	INSTALACIÓN DE POSTE	INSTALACIONES DE EQUIPOS	REPLANTEO DE RUTA	INSTALACIÓN DE TORRE	RETIRO DE TORRE		Porta Bobina	Porta Escalera
1	Señalización con conos e Saneos de Leptres a distancia en cámaras de Telc.													
2	Cerrar la zona de trabajo con mallas (Portabobinas reservas y manipulación de mangas)													
3	Evaluación de la zona para tomar medidas de seguridad y supervisión													
4	Montar y definir zona de trabajo con conos de seguridad													
5	Prever el riesgo potencial y tomar precauciones (Grupos eléctricos)													
6	La contratista debe cumplir al 100% las acciones indicadas													
7	No confiar y asumir que otro compañero ya hizo el trabajo													
8	Si es necesario establecer una persona encargada de la señalización													
9	Si es necesario cerrar las calles involucradas en períodos controlados													
10	Mantener contacto siempre con la supervisión													

Riesgos Identificados en la actividad		Medidas Preventivas	
Cortes Soplado caídas		uso adecuado de EPPs señalización de área orden y limpieza	

Observaciones Generales

1

2

3

4

5

FIRMA SUPERVISOR OPTICAL

FIRMA SUPERVISOR DE CONTRATA

**INSTALACIONES**

OPTICAL NETWORK S.A.S.  
 Diego F. Davalos Parra  
 Administrador de Red





HMC

REPORTE DE CHARLA DE SEGURIDAD DE 5 MINUTOS

Nº 000659

Empresa a Contratar:  
 Fecha: 4/03/20  
 Lugar: LAS OLIVAS  
 Hora: 8:48:12

Nº	Nombres y Apellido del Participante	Cargo	DNI	Empresa	Clase Circuito										Firma Trabajador		
					Historia	Ultimo	Caso de Registro	Admision Reservas	Carta de Seguridad	Quinta	Clasos	Clasos	Clasos	Clasos			
1	Lino Custodio Torres	OPERARIO	76021014	HMC		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Boston E. Garinaga Torres	TECNICO	45431274	II		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3	DANIELINO SANCHEZ F.	AYUDANTE	41095512	II		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4	Ricardo Eugenio Rivalanga	TEC	41457102	II		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5	Ricardo S. Tejeda Chaves	CHOFER	07652215														✓

Item	Tarea de Charlas de Seguridad	Trabajo a Realizar															
		TENDIDO O ADEDO	TENDIDO DE FIBRA	TENDIDO FIBRA CANALIZADO	FIBRAS SAMPASADO	INSTALACION DE POSTE	INSTALACIONES DE EQUIPOS	RELEVANTE DE BETA	INSTALACION DE TORRE	RETIRO DE TORRE	Equipamiento						
1	Señalización con cintas e Bandejas Legibles a distancia en sectores de Trab.																
2	Cerco la zona de trabajo con mallas (Construcción reservada y manipulación de material)																
3	Evaluación de la zona para tomar medidas de seguridad y supervisión																
4	Marcar y delimitar zona de trabajo con cinta de seguridad																
5	Prever el riesgo potencial y tomar precauciones (Circuitos eléctricos)																
6	La contratista debe cumplir al 100% las acciones indicadas																
7	No confiar y asumir que otro compañero ya hizo el trabajo																
8	Si es necesario establecer una persona encargada de la señalización																
9	Si es necesario tomar las caídas adecuadas en períodos contractados																
10	Mantener contacto siempre con la supervisión																

Riesgos identificados en la actividad  
 Trabajo: *velocidad*  
 riesgo: *eléctrico*

Medidas Preventivas  
*SEÑALIZAR LA ZONA CON CONOS*  
*USO GPC Y RESPETANDO LAS DISTANCIAS*

Observaciones Generales  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5

FIRMA SUPERVISOR OPTICAL

  
 FIRMA SUPERVISOR DE CONTRATA

-11°59'11", -77°5'16", 51.0m  
 04/03/2020 08:48:02